

Darmstadt Discussion Papers in Economics

Entscheidungsregeln und ihr Einfluss auf den Aktienkurs

Emanuela Trifan

Nr. 131

Arbeitspapiere
des Instituts für Volkswirtschaftslehre
Technische Universität Darmstadt



Applied
Research in
Economics

Entscheidungsregeln und ihr Einfluss auf den Aktienkurs

Emanuela Trifan
Technische Universität Darmstadt
März 2004

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag quantifiziert anhand eines Marktmikrostruktur-Modells mit asymmetrischer Information den Einfluss der Anwender praktischer Entscheidungsregeln auf die Aktienkurse. Letztere werden als unvollständig informierte Anleger betrachtet. Neben diesen Anlegern agieren auf dem Markt vollständig informierte, uninformierte Investoren und ein kompetitiver Market Maker, welcher periodisch zwei Transaktionskurse (Ask/Bid) festlegt. Der Einfluss der unvollständig informierten Anleger auf die Transaktionskurse erfolgt einerseits durch die Genauigkeit ihrer Information, andererseits durch ihren Anteil an der Gesamtheit der Investoren. Die ermittelte Preisspanne (Spread) ist positiv und weist eine c.p. positive Abhängigkeit von diesen beiden Faktoren auf. Eine mögliche Erklärung dafür bietet das Auftreten von Adverse Selektion.

Emanuela Trifan
Technische Universität Darmstadt
Institut für VWL
Fachgebiet Empirische Wirtschaftsforschung
Marktplatz 15
64283 Darmstadt
trifan@vwl.tu-darmstadt.de
<http://www.tu-darmstadt.de/fb/fb1/vwl2/>

1 Einleitung

Während in den letzten drei Jahrzehnten in den wissenschaftlichen Kreisen über die Effizienz der Kapitalmärkte debattiert wurde, haben die Investoren ihre Entscheidungen weiterhin nach bestimmten in der Praxis seit langem bekannten Methoden getroffen. Darunter kann man die Berechnung von Buchwert-Marktwert-, Kurs-Gewinn- oder Kurs-Cash-Flow-Verhältnissen fassen, die sich als wichtige Instrumente im Rahmen der Fundamentalanalyse etabliert haben, bzw. die zahlreichen Charttechniken zur Untersuchung der Entwicklung historischer Kurse und Umsätze, welche eine Grundlage für die Handlungsentscheidungen der Technischen Analysten darstellen. Trotz der steigenden Einsatzhäufigkeit solcher praktischen Entscheidungsregeln auf dem realen Aktienmarkt, wird ihre Tauglichkeit als Prognosemethode aus theoretischer Sicht bisher ungenügend untersucht.

Eine Möglichkeit zur Überprüfung der Konsequenz der Existenz von Entscheidungsregeln beruht auf der Ermittlung ihres Einflusses auf den Aktienkurs. Dieser Einfluss kann auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen: einerseits durch die Genauigkeit der aufgrund solcher Regeln abgeleiteten Information und andererseits durch den Anteil ihrer Anwender. Damit lassen sich sowohl die Qualität als auch die Quantität der praktischen Entscheidungsverfahren auf die Transaktionspreise erfassen.

1.1 Überblick

Das **Ziel** der vorliegenden Untersuchung besteht in der Quantifizierung dieser zwei Einflussmöglichkeiten im Rahmen eines vereinfachten Modells zur Kursbildung auf dem Aktienmarkt. Dabei werden die Transaktionspreise als Funktion von Variablen formuliert, welche die Qualität der aufgrund von Entscheidungsregeln abgeleiteten Information und den Anteil ihrer Befürworter an der Gesamtheit aller Investoren beschreiben.

Die auf dem Markt bestehenden Informationsasymmetrien spielen eine wichtige Rolle für die Ableitung der Kursformeln und die Erklärung der Auswirkung praktischer Prognosemethoden auf die periodischen Preise. Die Auswirkungen der informationellen Unterschiede zwischen den Marktakteuren auf das Marktgeschehen wurden bisher sowohl aus theoretischer, als auch aus praktischer Sicht in der Fachliteratur analysiert. Unter den **Untersuchungen neueren Datums** sind die Studien von Garmaise/Moskowitz (1999), Van Ness/Van Ness/Warr (2001) oder Hanousek/Podpiera (2003) zu erwähnen, welche versuchen, die aufgrund der Informationsasymmetrien entstehende Spread-Komponente mit Hilfe realer Marktdaten zu messen. Andere empirischen Befunde, wie Easley/Hvidkjaer/O'Hara (2002), weisen auf einen signifikanten Einfluss des informationsbasierten Handels auf die Transaktionspreise und die erwarteten Renditen hin. Garleanu/Pedersen (2002) beweisen aus theoretischer Sicht, dass die Adverse Selektion-Komponente des Spreads sich indirekt (und zwar durch die Generierung von Verzerrungen der Handelsentscheidungen) auf die erwarteten Renditen auswirkt.¹

In Verbindung mit dem hier angesprochenen Effekt der Genauigkeit methodenspezifischer Information bzw. des Anteils der Anwender von Entscheidungsregeln auf die Kurse beweisen Easley/O'Hara (2001), dass die Quantität und Qualität der Information die Aktienpreise beeinflusst.²

¹Für eine Zusammenfassung früherer theoretischer und empirischer Beiträge zu dem Thema Informationsasymmetrien und Bid-Ask-Spread vgl. Coughenour/Shastri (1999), Madhavan (2000) und Biais/Glosten/Spatt (2002).

²Laut ihrer Studie vergrößert die Privatinformation das systematische Risiko der Wertpapierhaltung. Demzufolge erwarten die Investoren höhere Renditen für die Aktien mit höherer privaten Information (S. 17ff.). Die Firmen können dann ihre Kapitalkosten durch die Bestimmung der Qualität und Quantität der veröffentlichten Information beeinflussen (S. 23ff.).

Das vorliegende **Modell fokussiert** auf die Kursbildung, welche sich aufgrund der Handlungen und Einschätzungen der verschiedenen Marktteilnehmer vollzieht. Die auf dem Markt tätigen Agenten lassen sich in mehreren Gruppen einteilen, und zwar:

- die vollständig informierten Investoren, die als kleine Gruppe vollkommen rationaler Anleger verstanden werden, welche perfekte Prognosen liefern können (aus diesem Grund werden sie als Referenzgruppe betrachtet);
- die unvollständig informierten Investoren, welche eine separate Kategorie eingeschränkt rationaler, anhand der eigenen Entscheidungsregeln informierter Investoren darstellt;
- die passiven Anleger, die als irrationale, nichtinformierte Händler agieren;
- außer diesen drei Investorenkategorien gibt es einen kompetitiven Market Maker, der die Aufgabe der periodischen Preisfestlegung erfüllt, so dass er pro Transaktionsart keine Gewinne erwirtschaftet.

Zu jedem Moment eines begrenzten Zeitraumes haben die Investoren die Möglichkeit, je eine Einheit eines einzigen risikobehafteten Wertpapiers entweder zu kaufen oder zu verkaufen. Der Wert dieses Wertpapiers gibt indirekte Auskunft über die zu dem entsprechenden Zeitpunkt herrschende wirtschaftliche Lage und wird als binäre Zufallsvariable (mit den Ausprägungen hoch und niedrig) modelliert. Die Marktteilnehmer können diesen Wert nicht unmittelbar beobachten, sondern ihn nur einschätzen. Dies erfolgt periodisch aufgrund der ihnen zur Verfügung stehenden Information. Für die Investoren repräsentiert diese Information die Grundlage der periodischen Erstellung von Kauf- oder Verkaufsaufträgen, die zwecks Erfüllung an den Market Maker weitergeleitet werden. Aufgrund seiner eigenen Einschätzungen in Bezug auf den wirtschaftlichen Zustand legt der Market Maker zu jedem Zeitpunkt zwei Transaktionskurse fest: einen für den Kauf (Ask), und einen anderen für den Verkauf (Bid) des seitens der Anleger gehandelten Wertpapiers.

Ein **Beitrag** des vorliegenden Modells besteht in der Betrachtung der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln als eine gesonderte Gruppe unvollständig informierter Investoren. Ihre methodenbezogenen Information konkretisiert sich periodisch in Kauf- oder Verkaufssignalen, deren Eintrittswahrscheinlichkeit explizit modelliert wird. Dadurch lässt sich die Genauigkeit der anhand von Entscheidungsregeln gewonnenen Information erfassen. Sie beeinflusst folglich die Wahrscheinlichkeiten der Erstellung von Kauf- bzw. Verkaufsaufträgen. Die von dem Preisfestsetzer periodisch berechneten Wahrscheinlichkeiten, dass die Investoren Käufe bzw. Verkäufe tätigen, hängen einerseits von den Kauf- und Verkaufswahrscheinlichkeiten seitens der einzelnen Agenten und andererseits vom Anteil der verschiedenen Händlerkategorien an der Gesamtheit der Investoren ab. Der Market Maker legt dann die Preise aufgrund dieser Einschätzungen fest. Damit lassen sich die zwei unterschiedlichen Einflüsse der Anwender von Entscheidungsregeln auf die Kurse explizit in die Berechnungen einbeziehen.

Im Mittelpunkt der **Ergebnisse** steht die Auswirkung der Anwendung von praktischen Entscheidungsmethoden auf die Kursbildung und dadurch auf die Preisspanne. Diesbezüglich wird bewiesen, dass je präziser die methodenspezifische Information c.p. ist, desto ungünstiger werden die Transaktionsbedingungen (bzw. desto höher der Kauf- bzw. desto niedriger der Verkaufspreis) für alle Marktteilnehmer. Der Spread steigt folglich mit der Qualität der anhand praktischer Regeln abgeleiteten Information, und zwar mit zunehmender Geschwindigkeit. Die c.p. Erhöhung des Anteils der Anwender von praktischen

Entscheidungsmethoden führt ebenso zur Preisverschlechterung. Während die Preisspanne für kleine Anteile dieser Agentengruppe nicht so stark auf die c.p. Anteilsvariation reagiert, nimmt sie für eine große Anzahl erheblich zu.

Eine Erklärung für die Erhöhung der Kauf- und Senkung der Verkaufspreise mit einer zunehmenden Handelsintensität der Befürworter praktischer Entscheidungsverfahren könnten die für den Market Maker in erhöhtem Maß anfallenden Kosten Adverser Selektion liefern. Der Preisfestsetzer schützt sich gegen unrentable Geschäfte mit den informierten Händlern durch Spreaderweiterungen.

Darüber hinaus führt die Adverse Selektion zur Entstehung einer positiven Preisspanne, unabhängig von den Werten der Modellvariablen. Dieses aus der Fachliteratur bekannte Ergebnis dient als Nachweis für die Validität des vorliegenden Modells.

Anschließend wird ein Vergleich zwischen den Wahrnehmungen der vollständig und der unvollständig informierten Investoren in Bezug auf die Transaktionspreise diskutiert. Die bei den Anwendern von Entscheidungsregeln auftretenden Wahrnehmungsverzerrungen werden als *Misperception* bezeichnet und beziehen sich auf die Gegenüberstellung von zwei Aspekten: den Einschätzungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Lage und den in einem bestimmten ökonomischen Zustand am bestens geeigneten Entscheidungen von Investoren. Wie erwartet, sinken die beiden Misperception-Ausprägungen mit einer zunehmenden Qualität der methodenspezifischen Informationssignale, aber mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. De Long/Shleifer/Summers/Waldmann (1990) und Easley/O'Hara (2001) zeigen, dass die Preismisperception tatsächlich zu Kursverzerrungen führen kann.³ Die Überprüfung der Existenz und die tiefergehende Analyse einer unmittelbaren Beziehung zwischen Misperception und Kursen kann eine interessante Forschungsfrage für eine zukünftige Untersuchung darstellen.

1.2 Modellabgrenzung

Das Konzept dieser Arbeit basiert auf klassischen Marktmikrostruktur-Modellen (wie Glosten/ Milgrom(1985), Kyle (1985), Easley/O'Hara (1987)), die den Spread aufgrund von Informationsasymmetrien bezüglich des wahren Wertes des risikobehafteten Wertpapiers erklären. Das vorliegende Modell unterscheidet sich aber davon in mehrerer Hinsicht.

Die Auftragserteilung erfolgt hier nicht sequentiell (d.h. gemäß einer vorbestimmten Reihenfolge der Investoren), so wie es der Fall in einigen der klassischen Modellen ist, sondern simultan. Demgemäß findet der Lernprozess der Investoren nicht aufgrund der Beobachtung gegenwärtiger Handlungen und Einschätzungen der darin verborgener Information anderer Marktteilnehmer statt, sondern nur aufgrund der kollektiven Erfahrung und eventuell der eigenen Information. Die neue Information spiegelt sich nur über die Einschätzungen des Market Maker in den Preisen wider.

Zudem weist in diesem Modell das risikobehaftete Wertpapier nicht einen konstanten "wahren" Wert auf, sondern versteht sich als ein Indikator der wirtschaftlichen Lage, welche über den Handelszeitraum hinweg variieren kann. Dementsprechend handeln die vollständig informierten Investoren in jeder Periode aufgrund neuer Information, und die anderen Marktteilnehmer können durch die mehrperiodige Beobachtung der Handlungen dieser Agentengruppe keine Auskunft über den ökonomischen Zustand bekommen.

³Im Abschnitt 4.3 wird verdeutlicht, dass grundsätzliche Unterschiede zwischen den Modellannahmen des Beitrags von De Long/Shleifer/Summers/Waldmann (1990) und denjenigen der vorliegenden Arbeit bestehen.

Darüber hinaus wird der Handelsablauf (in Anlehnung an Kyle (1985)) derart strukturiert, dass die Periodenpreise nur nach der Auftragserteilung festgelegt werden, so dass sie keine Relevanz für die gegenwärtigen Handlungen der Investoren aufweisen.

Da eine Variation der periodisch erlaubten Auftragsgröße (entweder diskret, wie in Easley/O'Hara (1987), oder stetig, wie in Kyle (1985)) zur Entstehung multipler Gleichgewichte führt, wird die in t transaktionsfähige Wertpapiermenge auf eine Einheit beschränkt (wie in Glosten/Milgrom (1985)).

Im Gegenteil zu Kyle (1985) übt hier keine der Investorengruppen einen strategischen Einfluss auf die Preise aus, was eine tiefergehende dynamische Analyse interperiodischer Zusammenhänge nicht erlaubt.

Der vorliegende **Beitrag** ist wie folgt **strukturiert**. Im Abschnitt 2 werden die wichtigsten Variablen des Modells beschrieben und die getätigten Annahmen erläutert. Der 3. Teil befasst sich mit der Darstellung des Handelsablaufes, ausgehend von der allgemeinen Handelsstrukturierung, bis zur Ermittlung der Handlungsregeln, Einschätzungen in Bezug auf die wirtschaftliche Lage und die erwarteten Gewinne der einzelnen Händlergruppen. Die Beschreibung des Kursfestlegungsverfahrens und die Analyse des Einflusses unvollständig informierter Investoren auf das Marktgeschehen stehen im Mittelpunkt des 4. Abschnittes. Im letzten Teil werden die Schlussfolgerungen des Modells diskutiert und einige Erweiterungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

2 Variablen und Annahmen

1. Der **Handel** vollzieht sich **periodisch** zwischen $t = 1$ und T .⁴ Zum Zeitpunkt T wird der Wert des risikobehafteten Wertpapiers⁵ allen Marktteilnehmern bekannt gegeben, was zum Ausgleich der bisher bestehenden Informationsasymmetrien führt.⁶
2. Auf dem Markt wird **ein risikobehaftetes Wertpapier** gehandelt, dessen periodischer Wert sich als ein Indikator der allgemein herrschenden wirtschaftlichen Lage versteht. Unter der Annahme, dass die Richtung der ökonomischen Entwicklung positiv oder negativ sein kann, wird V_t als binäre Zufallsvariable mit den Ausprägungen hoch und niedrig modelliert: $V_t \in \{V_H, V_L\}$.⁷ Vereinfachend wird angenommen, dass $V_H = 1$ und $V_L = 0$.⁸

⁴Die Handelszeit wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung diskret modelliert. In Easley/Kiefer/O'Hara/Paperman (1996) findet man demgegenüber eine Analyse für den stetigen Fall, mit den als stochastischen Zufallsprozessen modellierten Eintrittszeitpunkten der Investorenaufträge.

⁵Vgl. Annahme (2).

⁶Es kann angenommen werden, dass der gesamte Handelszeitraum aus mehreren ununterbrochenen Abschnitten der Form $t = 1, T$ besteht. In der Praxis würde das den Handelstagen, -monaten oder -jahren, die durch Zwischenzeiten getrennt sind und selbst in kleinere Einheiten zerlegt werden können, entsprechen. Die Marktteilnehmer verfügen am Anfang (in $t = 0$) und am Ende (in $t = T$) eines solchen Abschnittes über homogene Information. In Glosten/Milgrom (1985), S. 76f. findet der Handel ebenso zwischen $t = 1$ und T_0 statt. In T_0 wird der Wert des risikobehafteten Wertpapiers veröffentlicht und dadurch die Information aller Marktteilnehmer auf das gleiche Niveau gebracht.

⁷Glosten/Milgrom (1985), S. 71 sehen als mögliche Ausprägungen des riskanten Wertpapiers auch zwei Werte (hoch und niedrig) vor, die aber anders als in dieser Arbeit definiert werden.

⁸Der Wert $V_L = (E[V_t | \text{schlechte wirtschaftliche Lage}]) = 0$ dient als Vergleichsmaßstab und soll darauf hinweisen, dass das risikobehaftete Wertpapier während eines schlechten ökonomischen Zustandes so gut wie wertlos wird. Dagegen kann V_H einen beliebigen positiven Wert annehmen. Beispielsweise, wenn das risikobehaftete Wertpapier in jeder Periode eine konstante Dividende D erwirtschaftet und die Marktteilnehmer seine Lebensdauer als zeitlich unbegrenzt ansehen, wird V_H in einer sich positiv entwickelnden Wirtschaft als die unendliche Reihe der abdiskontierten Dividenden berechnet: $V_H = (E[V_t | \text{gute wirtschaftliche Lage}]) = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{D}{(1+r)^i} = D/r$, wobei r die risikofreie Zinsrate darstellt.

3. Es bestehen **keine Budgetrestriktionen**.⁹
4. Auf dem Markt handeln drei in sich homogene¹⁰, sich nicht überlappende **Gruppen von Investoren**, $g \in \{UI, VI, N\}$, und zwar:
 - die *vollständig informierten* (VI)¹¹,
 - die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* (UI)¹² und
 - die *passiven Anleger* (N);
 - zusätzlich gibt es einen einzigen **Market Maker** (MM), der die Aufgaben der periodischen Kursfestlegung übernimmt, so dass die Aufrechterhaltung eines gerechten, ordentlichen, liquiden und effizienten Marktes gesichert wird.¹³

Die *Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit eines Investors zu einer bestimmten Händlergruppe*, unter einem in t vorgegebenen hohen Wert des risikobehafteten Wertpapiers und in Anbetracht der gemeinsamen Information¹⁴, wird aus Sicht des Market Maker als *konstanter* Anteil der entsprechenden Gruppe an der Gesamtanzahl aller Investoren berechnet: $P(g|V_t = V_H, h_{t-1}) = p_g = n_g/n$, so dass insgesamt $p_{VI} + p_{UI} + p_N = 1$.¹⁵ Darüber hinaus wird vermutet, dass $p_N > 0$.¹⁶

⁹Aus diesem Grund stellt die Budgetgröße keine Einschränkung bei der Formulierung der Agentenhandlungen und dadurch bei der periodischen Preisfestlegung dar. Demzufolge kann der Markt als vollständig liquid angesehen werden.

¹⁰Der Begriff bezieht sich auf die informationelle Homogenität: dieselbe Information werden den Mitgliedern einer einzelnen Gruppe gleichzeitig zur Verfügung stehen und in gleicher Art und Weise von ihnen interpretiert.

¹¹Wenn man von der Annahme ausgeht, dass die Insider- eher als die methodenspezifischen Information entscheidungsrelevant ist, kann diese erste Investorengruppe als privatinformiert betrachtet werden. Wenn man dagegen die Wichtigkeit des Herdenverhaltens auf dem realen Markt in Betracht zieht, sind diejenigen Händler vollständig informiert, welche die durch gemeinsamen Handel verursachten Preisbewegungen beim Treffen ihrer Handelsentscheidungen berücksichtigen.

¹²Als Anwender systematischer Entscheidungsregeln, die sich in der Berechnung verschiedener Indikatoren (entweder anhand der globalen-, markt- bzw. unternehmensspezifischen Daten, oder mit Hilfe der historischen Kurse und Umsätze) konkretisieren, können sowohl die Fundamentalanalysten, als auch die Technischen Analysten dieser Kategorie zugeordnet werden.

¹³In der Praxis werden diese Aufgaben nicht unbedingt und ausschließlich von einem als "Market Maker" bezeichneten Agenten ausgeführt. So sind sie beispielsweise an der NYSE und AMEX hauptsächlich dem sogenannten Spezialisten zugeordnet. (Die NYSE funktioniert gerade nach dem oben skizzierten Muster, und zwar mit je einem Spezialisten pro gehandeltes Wertpapier.) Dieser setzt die Kauf- und Verkaufsaufträge zusammen und legt dadurch die Preise der gehandelten Wertpapiere offiziell fest. Die Market Maker agieren hierbei eher als Broker und/oder Dealer, die Aufträge in eigener Rechnung oder im Namen ihrer Kunden erstellen und sie selbst (durch Festlegung eigener Ask- und Bid-Preise) oder über den Spezialisten (was oft der Fall ist) ausführen können. Auf diese Weise helfen sie dem Spezialisten (mit welchem sie eigentlich im Wettbewerb stehen können) bei der Erfüllung seiner Aufgaben (wie die Sicherung der Marktliquidität und der Preiskontinuität). Meistens gibt es mehrere, miteinander konkurrierende Market Maker für dasselbe Wertpapier. (Vgl. www.nyse.com, Market Structure Report (2000), S. 20 und www.amex.com.) An den elektronischen Märkten (wie NASDAQ oder Londoner Stock Exchange) erfüllen die Market Maker im Grunde genommen die im vorliegenden Modell vorgesehenen Funktionen. (Vgl. www.nasdaq.com, www.londonerstockexchange.com.) Die Rolle des Spezialisten wird im Parketthandel der Frankfurter Wertpapierbörse von einem sogenannten amtlichen Kursmakler übernommen, der von den freien Maklern zur Zusammenführung der Angebot und Nachfrage unterstützt wird. (Vgl. boerse.ard.de/lexikon.jsp und Freihube/Kehr/Krahen/Theissen (1998), S. 1, 3 oder 9.) An der Pariser Börse sind für analoge Aufgaben (wie die Marktvorsorgung mit der notwendigen Liquidität) permanente oder Auktions-Liquidity Providers zuständig. (Vgl. www.bourse-de-paris.fr, Euronext Rules (2003), S. 4ff.)

Die im vorliegenden Beitrag getroffene Auswahl für die Bezeichnung "Market Maker" stützt sich auf zwei Motivationen: einerseits besteht in der Börsensprache keine eindeutige und einheitliche Zuordnung der im Modell als relevant erachteten Funktionen zu einem bestimmten Agenten; andererseits spiegelt die vereinbarte Benennung die Hauptfunktion dieses Marktteilnehmers (und zwar "to make the market", d.h. für ein gerechtes Marktgeschehen sorgen) deutlich wider.

¹⁴Für die Definition der gemeinsamen Information vgl. Annahme (7).

¹⁵Für eine analoge Annahme über einen vom Market Maker als konstant angesehenen Anteil an informierten Investoren, vgl. Copeland/Galai (1983), S. 1459 oder Easley/O'Hara (1987), S. 71f.. In bezug auf die realen Marktverhältnisse schätzen Easley/Kiefer/O'Hara (1997), S. 821 den Anteil der vom Market Maker als informiert betrachteten Investoren, wenn ein informatives Ereignis auftritt, auf ca. 17%. Eine ZEW-Studie weist auf einen Anteil der Technischen Analysten auf dem Deutschen Devisenmarkt von 30%, bzw. der Fundamentalanalysten von 60% hin (vgl. Rebitzky (ZEW-2004), S. 3).

¹⁶Diese Annahme sichert den ununterbrochenen Handelsablauf. Der ausschließliche Kauf bzw. Verkauf an informierte Investoren könnte die Verluste des Market Maker in einem solchen Ausmaß vergrößern, dass die Handelstätigkeit eingestellt wird. Die unter der Annahme (9) festgelegten Handlungsregeln der passiven Anleger sichern ihren aktiven Handel mit gleicher

5. Alle Marktteilnehmer sind **risikoneutral** (d.h. der Verlauf ihrer Nutzenfunktionen in Abhängigkeit vom Vermögen ist linear)¹⁷ und **myopisch** (d.h. ihr Handlungshorizont ist auf eine Periode begrenzt).¹⁸
6. Hinsichtlich der **Verhaltensrationalität** der einzelnen Marktteilnehmer werden die folgenden Annahmen getroffen:¹⁹
 - die *vollständig informierten Investoren* verhalten sich *vollkommen rational* (d.h. sie bilden korrekte Erwartungen über den wirtschaftlichen Zustand, aufgrund der ihnen zur Verfügung stehenden Information);
 - die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* zeigen ein *eingeschränkt rationales Verhalten* (d.h. sie agieren rational solange ihre methodenspezifischen Signale mit der wirtschaftlichen Lage in Einklang stehen²⁰; ansonsten wird ihre Information nicht mehr entscheidungsrelevant, und folglich handeln sie zufällig²¹);²²
 - die *passiven Anleger* sind dagegen *irrational* (da bei ihnen die periodische Erwartungsbildung auf keiner neuen Information beruht, bzw. ihr Handel ausschließlich aufgrund der vom Market Maker festgelegten Preise erfolgt);²³
 - der *Market Maker reagiert passiv* auf die von den Investoren empfangenen Aufträge;²⁴ zur Formulierung seiner Einschätzungen und dadurch zur Preisfestlegung benutzt er die Bayes'sche Regel.²⁵
7. Zu jedem Zeitpunkt t steht den Marktteilnehmern die **gemeinsame Information**, bestehend aus der Sequenz der früheren Handlungen (x_i) und der historischen Preise (X_i)²⁶ zur Verfügung:
 $h_{t-1} \equiv \{x_i \vee X_i; i = 1, t-1\}$ (mit $h_0 = \emptyset$).
8. Nach dem **Informationsgrad**, lassen sich die Marktteilnehmer in zwei Kategorien unterteilen: *informiert* und *uninformiert*.²⁷ Zu der ersten Gruppe gehören die vollständig informierten Investoren

Wahrscheinlichkeit in beiden Richtungen (Kauf und Verkauf). Solange ihre Anzahl verschieden von Null ist, kann der Market Maker seine Verluste aufgrund der rentablen Geschäfte mit uninformierten Investoren decken. Vgl. dazu Easley/O'Hara (1987), S. 72.

¹⁷Die Risikoneutralität des Market Maker wird in Glosen/Milgrom (1985), S. 77 oder Easley/O'Hara (1987), S. 71 als explizite Annahme getroffen.

¹⁸Der Begriff "Myopie" wird an dieser Stelle im Sinne eines kurzfristig orientierten Verhaltens verwendet. Die Marktteilnehmer berücksichtigen die Effekte ihrer Handlungen auf die Preise der nächsten Perioden nicht. Folglich werden ihre periodischen Entscheidungen voneinander unabhängig. Vgl. dazu O'Hara (1995), S. 132 und 157. Für die Vernünftigkeit der Anwendung praktischer Entscheidungsregeln auf einem Markt mit myopischen Investoren spricht eine Marktstudie von Taylor/Allen (1992), S. 308f., welche den Einsatz der Technischen Analyse eher für kurzfristige Prognosen feststellt. Darüber hinaus beweisen Brown/Jennings (1990), S. 534, dass die Technische Analyse in einem linearen, zwei-periodigen Gleichgewicht mit rationalen Erwartungen einer Wirtschaft mit myopischen Investoren, einen bestimmten Wert aufweist.

¹⁹In Glosen/Milgrom (1985), S. 77 werden alle Investoren als rational angenommen, diesmal aber in dem Sinne, dass sie ihren erwarteten Nutzen maximieren möchten. Zufällig handelnde uninformierte Investoren werden in Kyle (1985), S. 1315, Easley/Kiefer/O'Hara/Paperman (1996), S. 1408f. oder Grammig/Schiereck/Theissen (2000), S. 622 analysiert.

²⁰In einer der folgenden Situationen steht eine Information nicht in Einklang mit der wirtschaftlichen Lage: entweder ist das Signal Eins und der Wert der riskanten Investition niedrig, oder das Signal ist Null und der Wert hoch.

²¹Zufälliger Handel bedeutet hier, dass der Kauf oder der Verkauf mit gleicher Wahrscheinlichkeit erfolgen können.

²²Auch wenn diese Investorengruppe die wirtschaftliche Lage mit Hilfe der Bayes'schen Regel einschätzt, wird ihr Verhalten als unvollkommen rational eingestuft, da sie nicht immer ihre Information zur Handlungsbestimmung benutzen.

²³Die Handelsmotive der passiven Anleger können als exogen angesehen werden (z.B. Liquiditätsbedarf).

²⁴Madhavan (2000), S. 212 setzt ein ähnliches Verhalten voraus.

²⁵Eine analoge Annahme wird in Easley/O'Hara (1987), S. 75ff. getroffen.

²⁶Für die entsprechenden Definitionen, vgl. Annahmen (9) bzw. (8).

²⁷Im Rahmen dieser Klassifikation betrachtet man als relevante Information nur das Ergebnis einer gezielten und systematischen Forschung. Aus diesem Grund gilt beispielsweise die periodische Information des Market Maker über die Anzahl der erhaltenen Kauf- und Verkaufsaufträgen diesbezüglich als nicht relevant. Laut dem Abschnitt 4.2, Fußnote 59 kann der Market Maker auch solche Daten zur Schätzung preisrelevanter Parameter heranziehen. Folglich benutzt er tatsächlich die ganze ihm zur Verfügung stehende Information, was die Annahme seiner vollständigen Rationalität unterstützt.

und die Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, welche Informationssignale $s_t \in \{0, 1\}$ ²⁸ periodisch ableiten. (Vorausgesetzt wird ebenso, dass in jeder Periode diesen Investoren ein informatives Signal verfügbar ist.) Die passiven Anleger und der Market Maker sind dagegen die nichtinformierten Marktteilnehmer.²⁹

- Die *vollständig informierten Investoren* bieten laut Annahme fehlerfreie Prognosen an, da sie für einen hohen Wert des riskanten Wertpapiers V_H ein positives Informationssignal in t , bzw. für einen niedrigen Wert V_L , ein Null-Signal gewinnen. Somit werden:

$$P(s_{VIt} = 1 | V_t = V_H, h_{t-1}) = 1 - P(s_{VIt} = 0 | V_t = V_H, h_{t-1}) \equiv 1;$$

$$P(s_{VIt} = 1 | V_t = V_L, h_{t-1}) = 1 - P(s_{VIt} = 0 | V_t = V_L, h_{t-1}) \equiv 0.³⁰$$

- Die Wahrscheinlichkeiten, dass die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* zum Zeitpunkt t , bei einem vorgegebenen Wert des risikobehafteten Wertpapiers, positive Informationssignale aus ihren Daten ableiten, werden folgendermaßen bezeichnet:³¹

$$q_{HUIt} \equiv P(s_{UI t} = 1 | V_t = V_H, h_{t-1}) = 1 - P(s_{UI t} = 0 | V_t = V_H, h_{t-1});$$

$$q_{LUI t} \equiv P(s_{UI t} = 1 | V_t = V_L, h_{t-1}) = 1 - P(s_{UI t} = 0 | V_t = V_L, h_{t-1}).³²$$

- Weiter wird vorausgesetzt, dass die *passiven Anleger* zufällig handeln (d.h. die Wahrscheinlichkeiten eines Kaufes und Verkaufes für diese Händlergruppe sind untereinander gleich).³³
- Der *Market Maker* kommt den von Investoren erstellten Kauf- und Verkaufs-Aufträgen entgegen und erfüllt sie an den von ihm periodisch festgelegten Kaufpreisen (**Ask** X_{Bt}) bzw.

²⁸Im Folgenden stehen die Bezeichnungen "positives Signal" für $s_t = 1$, bzw. "Null-Signal" für $s_t = 0$.

²⁹Die meisten Modelle sehen die Existenz zweier Investorengruppen vor: informierte (oft als "Sophisticated Investor" oder "rationale Anleger" bezeichnet) und uninformierte Händler (meist "Liquidity Trader" oder "Noise Trader" genannt). Wenn sie überhaupt als getrennte Kategorie behandelt werden, werden die Fundamentalanalysten zu den informierten und die Technischen Analysten zu den uninformierten Marktteilnehmern gezählt. Vgl. dazu De Long/Shleifer/Summers/Waldmann (1990), S. 706.

³⁰Eine solche Annahme entspricht den realen Marktverhältnissen voraussichtlich nicht. Ihre Einführung hat einen vereinfachenden Charakter. Zudem sollte sie die Tatsache unterstreichen, dass auf dem Markt eine Investorengruppe agiert, welche im Vergleich zu den anderen über präzisere Information verfügt und dadurch als Referenz angenommen werden kann.

³¹Im Gegensatz zu anderen Modellen werden hier die Befürworter praktischer Prognosemethoden (wie die Technischen oder Fundamentalanalysten) als informierte Anleger behandelt. Dieser Annahme liegt die folgende Überlegung zugrunde: diese Investoren leiten Information mit handlungsbestimmendem Charakter aus ihren Daten systematisch ab (was z.B. für die passiven Anleger nicht der Fall ist). Über die Präzision dieser Information (und dementsprechend ihre Fähigkeit, korrekte Hadlungen zu generieren) wird hierbei keine Annahme getroffen. Sie spiegelt sich in den Preisen und Misperception wider (vgl. dazu Abschnitt 4).

In bezug auf den Informationsgrad der Anwender verschiedener praktischer Methoden, kann man mehrere Aspekte bemerken. Die Fundamentalanalysten gewinnen entscheidungsrelevante Information, indem sie versuchen, den sogenannten fundamentalen Wert eines Wertpapiers zu ermitteln. Diese Größe gibt den intrinsischen, vom vorübergehenden Marktgeschehen meist als unbeeinflussbar angesehenen Wert wieder und wird folglich oft als Referenz für die Beurteilung von Kursbewegungen eingesetzt. Darüber hinaus wird die Annahme informierter Technischen Analysten von den Beweisen verschiedener Beiträge in Bezug auf die Relevanz der technischen Information (d.h. die Kombination der historischen Kurse mit anderen Daten, wie z.B. den Umsätzen) bzw. einiger Verfahren der Technischen Analyse (wie Moving Average) zur Einholung von Exzess-Renditen auf dem Aktien- oder Devisenmarkt, unterstützt. (Treyner/Ferguson (1985), Brown/Jennings (1989) oder Blume/Easley/O'Hara (1994) betrachten die Rationalität der Technischen Analyse und Rentabilität der Anwendung einer Sequenz von Preisen anstatt einzelner Kurse bzw. des kombinierten Einsatzes historischer Kurse und Umsätze bei der Auswahl von Handelsstrategien aus theoretischer Sicht. Brock/Lakonishok/LeBaron (1992), Allen/Karjalainen (1995), Neely/Weller/Dittmar (1997) oder Lo/Mamaysky/Wang (2000) bewerten den Erfolg verschiedener technischer Verfahren aufgrund konkreter Datensätze grundsätzlich positiv.)

³²In Easley/O'Hara (1987), S. 71 weisen die Signale der Marktteilnehmer mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit informativen Gehalt auf. In der Realität beruhen diese Wahrscheinlichkeiten im Falle der Fundamentalanalysten auf den aus globalen, markt- und unternehmensspezifischen Faktoren abgeleiteten intrinsischen Wert des Wertpapiers X_t^f (vgl. dazu Murphy (2000), S. 24). Damit könnte man $q_{HVI t} = f(X_{-\infty}, \dots, X_{t-1}, X_{-\infty}^f, \dots, X_{t-1}^f, h_{t-1})$ und analog $q_{LVI t}$ ausdrücken. Die Technische Analyse greift auf verschiedenen Informationen, wie historischen Kursen und Umsätzen (vgl. dazu Murphy (2000), S. 165) zu. Damit wird: $q_{HUI t} = f(X_{-\infty}, \dots, X_{t-1}, U_{-\infty}, \dots, U_{t-1}, h_{t-1})$ und analog $q_{LUI t}$, wobei die Variable U_t den periodischen Umsatz bezeichnet. (Die Umsätze werden im vorliegenden Modell nicht berücksichtigt.)

³³Für eine analoge Annahme vgl. Kyle (1985), S. 1315.

Verkaufspreisen (**Bid** X_{St}).³⁴ Bei der Preisfestsetzung darf der Market Maker pro Transaktion (Kauf oder Verkauf) keine Gewinne erwirtschaften, unter Berücksichtigung seiner Information zu dem entsprechenden Zeitpunkt.³⁵

Der Ask-Preis liegt normalerweise über den Bid-Preis in der sogenannten **Bid-Ask-Spanne** (engl. **Bid-Ask-Spread**), was die einzige Gewinnquelle für den Market Maker darstellt und zur Deckung der Geschäftsabwicklungskosten, der Lagerhaltungskosten sowie auch der Kosten Adverser Selektion dient.³⁶ Der Spread-Anteil, der den ersten zwei Kostenarten entspricht, wird als *konstant* angenommen.³⁷ Die Kursfestlegung durch den Market Maker erfolgt *kompetitiv*.³⁸

Darüber hinaus setzt man voraus, dass alle Transaktionen über den Market Maker abgewickelt werden (d.h. es besteht kein direkter Handel).

9. Zur Beschreibung der **Handlungsmöglichkeiten** der unterschiedlichen Anlegergruppen führt man die folgenden Bezeichnungen für die Kaufwahrscheinlichkeiten bei vorgegebenem hohem bzw. niedrigem Wert des risikobehafteten Wertpapiers ein:

$$u_{gt} = P(x_{gt} = B | V_t = V_H, h_{t-1}) = 1 - P(x_{gt} = S | V_t = V_H, h_{t-1});$$

$$v_{gt} = P(x_{gt} = B | V_t = V_L, h_{t-1}) = 1 - P(x_{gt} = S | V_t = V_L, h_{t-1}),$$

mit $g \in \{UI, VI, N, MM\}$.

In jeder Periode *handeln alle Marktteilnehmer einmalig je eine Einheit* des risikobehafteten Wertpapiers.³⁹ Darüber hinaus handeln sie *aktiv*⁴⁰, indem sie das Wertpapier *entweder kaufen* (Buy) *oder verkaufen* (Sell).⁴¹ Dadurch wird $x_{gt} \in \{B, S\}$, mit $g \in \{UI, VI, N, MM\}$.

- Die *vollständig informierten Investoren* gewinnen zu jedem Zeitpunkt ein vollkommen informatives Signal. Diese Information lässt sie genau erkennen, welche der zwei möglichen Handlungsalternativen auszuwählen ist.
- Die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* kaufen, wenn ihre Methode ihnen ein posi-

³⁴In der Realität stellt der Ask den minimal möglichen Kaufpreis und der Bid den maximal erlaubten Verkaufspreis (seitens der Investoren) dar. Das vorliegende Modell nimmt vereinfachend an, dass alle Transaktionen genau zu diesen zwei vom Market Maker festgelegten Kursen stattfinden.

³⁵Die Null-Gewinn-Bedingung taucht ebenso in Glosen/Milgrom (1985), S. 79ff. und Easley/O'Hara (1987), S. 74 auf.

³⁶Vgl. Grammig/Schiereck/Theissen (2000), S. 20f..

³⁷Das vorliegende Modell konzentriert sich auf die informationellen Preisdeterminanten. Andere Einflussfaktoren (wie die Lagerhaltungskosten) werden durch Konstanthaltung von der Analyse ausgeschlossen.

³⁸"Kompetitiv" wird hier im Sinne von "aus Investorensicht bestmöglich" (d.h. minimalem Ask- und maximalem Bid-Preis) benutzt. Die im Rahmen des vorliegenden Modells angenommene monopolistische Stellung des Market Maker wird durch seine Aufgabe einer gerechten und effizienten Preisfestlegung eingeschränkt. Dementsprechend agiert er wie unter Konkurrenzdruck. Die vorliegende Analyse stellt folglich den Grenzfall eines Marktes mit sehr vielen konkurrierenden Market Maker dar. In der Praxis gibt es sogar auf den Märkten mit einem einzigen Market Maker (Spezialisten) pro gehandeltes Wertpapier verschiedene Faktoren, die den Wettbewerb sichern. Diesbezüglich spricht bereits Demsetz (1968), S. 43f. über: konkurrierende Märkte mit niedrigeren Spreads, Limit Order, Spezialisten, welche andere Wertpapiere verwalten, u.a.. Eine kompetitive Preisfestsetzung konkretisiert sich in der Anwendung der Null-Gewinn-Bedingung und Berechnung der Transaktionspreise als erwartete Werte des riskanten Wertpapiers, unter Berücksichtigung der dem Market Maker zur Verfügung stehenden Information. Vgl. Copeland/Galai (1983), S. 1462 und O'Hara (1995), S. 146.

³⁹Durch die Beschränkung der Handelsgröße und -frequenz vermeidet man die Situation, dass alle vollständig informierten Investoren bereits in $t = 1$ so viel wie möglich handeln. Die Preise wären demzufolge vollkommen informativ und der Handel würde aufhören. Mehrere Mikrostruktur-Modelle, die den Spread aufgrund von Informationsasymmetrien erklären, treffen analoge Annahmen. Während Glosen/Milgrom (1985), S. 76 die periodische Handelsgröße ebenso gleich einer Einheit festsetzen, erlauben Easley/O'Hara (1987), S. 72 ihre diskrete Variation. Kyle (1985), S. 1317 modelliert sie (im Falle eines sequentiellen Auktionsgleichgewichtes) dagegen als eine stetige, normalverteilte Zufallsvariable.

⁴⁰Im Gegenteil zu Glosen/Milgrom (1985), S. 76 oder Easley/Kiefer/O'Hara/Paperman (1986), S. 1409 wird hier den Investoren nicht erlaubt, in einer bestimmten Periode keinen Handel zu tätigen. Diese Annahme ist dadurch zu begründen, da die informierten Investoren periodische Informationssignale erhalten, bzw. die uninformierten zufällig handeln, was für eine periodisch aktive Tätigkeit aller Gruppen spricht.

⁴¹Diese Bedingung sichert die Unabhängigkeit der Käufe und Verkäufe.

tives Signal anbietet und der wirtschaftliche Zustand gut ist (d.h. bei hohem Wert des riskanten Wertpapiers) bzw. verkaufen, wenn ihre Null-Information sich mit einem niedrigen Wert des risikobehafteten Wertpapiers überlappt. Ansonsten handeln sie zufällig, nämlich kaufen oder verkaufen mit derselben Wahrscheinlichkeit (1/2).

- Da die *passiven Anleger* keine neue Information erhalten, handeln sie in jeder Periode willkürlich. Das bedeutet, dass sie in einer guten oder schlechten wirtschaftlichen Lage, mit gleicher Wahrscheinlichkeit (1/2) kaufen oder verkaufen, also: $u_{Nt} = v_{Nt} = 1/2$.
- Der *Market Maker* ist dazu verpflichtet, den ihm erteilten Kauf- und Verkaufsaufträgen periodisch entgegenzukommen. Aufgrund seiner eigenen Einschätzungen über die künftige wirtschaftliche Lage leitet er einen Kauf- (Ask) sowie einen Verkaufspreis (Bid) ab, die dann den Investoren unmittelbar bekannt gegeben werden.

Zudem wird vorausgesetzt, dass die Investoren ihre Aufträge dem Market Maker *simultan* überreichen⁴², so dass sie keine Auskunft über die in der entsprechenden Periode vorgenommenen Handlungen anderer Anleger bekommen.⁴³ Die Periodenpreise werden nur nach der Auftragserteilung (und auf dieser Grundlage) bestimmt (vgl. dazu Abschnitt 3.1).⁴⁴ Darüber hinaus bleiben die Investoren *anonym*.⁴⁵

10. Zum Zeitpunkt t steht den Marktteilnehmern eine **a-priori Einschätzung** $p_{t-1} = P(V_t = V_H | h_{t-1})$ über den Wert des risikobehafteten Wertpapiers zur Verfügung, die aufgrund der gemeinsamen (historischen) Information formuliert wird.⁴⁶

3 Handelsablauf

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Handelsetappen erläutert. Sie liefern für die anschließende Kursfestlegung maßgebende Zwischenergebnisse und werden in der Reihenfolge des im Abschnitt 3.1 präsentierten Handelsprozesses diskutiert.

⁴²Eine analoge Annahme findet man in Kyle (1985), S. 1315. Glosten/Milgrom (1985), S. 78, Easley/O'Hara (1987), S. 73 oder Easley/Kiefer/O'Hara (1997), S. 811 setzen dagegen einen sequentiellen Handelsablauf voraus, wobei einzelne Investoren in einer vorgegebenen Reihenfolge agieren. Back/Baruch (2003), S. 447f. beweisen, dass, für den Fall mit kleinen Auftragsgrößen und häufig stattfindenden Transaktionen der uninformierten Agenten, das Gleichgewicht vom Glosten/Milgrom-Modell mit sequentielltem Handel dem Kyle-Gleichgewicht mit simultanem Handel entspricht.

⁴³Im vorliegenden Modell ist ein einzelner Investor nicht in der Lage, die Handlungen der anderen Investoren direkt beobachten zu können. Folglich kann er keine Vermutungen über die gegenwärtige Information der anderen Agenten formulieren. Demgemäß vollzieht sich der Lernprozess der einzelnen Marktteilnehmer ausschließlich aufgrund der kollektiven Erfahrung und, zusätzlich für die informierten Investoren, aufgrund der methodenspezifischen Daten. Easley/Kiefer/O'Hara/Paperman (1996) und Easley/Kiefer/O'Hara (1997) untersuchen den Fall eines kontinuierlichen Auftragseinganges, der als zufälliger Poisson-Prozess modelliert wird.

⁴⁴Dadurch bleiben die Preise der gegenwärtigen Handelsperiode zum Zeitpunkt der Auftragserteilung den Investoren unbekannt. (Folglich beruhen die Handlungsregeln nur auf der existierenden Information und nicht auf anderen preisbezogenen Regeln, wie z.B. Gewinnmaximierung.) Da die einzelnen Preise in sich nicht relevant sind, kann die Analyse des Informationsgehaltes einer Preissequenz (was im Rahmen eines Modells mit strategischen Händler möglich wäre) interessante Ergebnisse liefern.

⁴⁵Die Anonymität der Investoren bzw. die Markttransparenz werden in der Literatur intensiv geforscht, so wie man den Zusammenfassungen von O'Hara (1995), S. 252-268 und Madhavan (2000), S. 236-241 entnehmen kann. Im allgemeinen wird behauptet, dass auf den transparenten Märkten die Adverse Selektion weniger akut ist. Folglich wird der Spread, zumindest für einige Händlerkategorien, niedriger.

⁴⁶Da die a-priori Einschätzung auf der gemeinsamen Information der Investoren zu einem bestimmten Zeitpunkt aufbaut, spiegelt sie die öffentliche Meinung wider. Der Moment $t = 0$ kennzeichnet den ursprünglichen Zustand vor dem Handelsbeginn. Zu diesem Zeitpunkt verfügen alle Marktteilnehmer über gemeinsame Information, bestehend aus der a-priori Wahrscheinlichkeit $p_0 = P(V_1 = V_H) = 1 - P(V_1 = V_L)$, dass der Wert des riskanten Wertpapiers am Anfang des Handels auf einem hohen Niveau liegt. Diese Wahrscheinlichkeit wird von den Ergebnissen des vorherigen Handelsabschnittes beeinflusst. (Wenn am Ende des früheren Handelsabschnittes $V_T = V_H$ war, steigt p_0 , bzw. wenn $V_T = V_L$, sinkt p_0 im nächsten Handelsabschnitt.) Während des nachfolgenden Handelszeitraumes sammeln die Agenten (erfahrungsgemäß, sowie eventuell aufgrund neuer Daten) weitere entscheidungsrelevante Informationen.

3.1 Strukturierung des Handelsablaufes

Die Marktteilnehmer führen in jeder Periode die folgenden zwei Schritte aus:⁴⁷

- die *Investoren*:
 - legen die durchzuführenden Handlungen x_{gt} , mit $g \in \{UI, VI, N\}$, aufgrund der gemeinsamen und eventuell der neuen Information (wobei letzteres nur für die informierten Händler zutrifft) fest (vgl. Abschnitt 3.2) und geben ihre Kauf- und Verkaufs-Aufträge frei.
 - aktualisieren ihre Einschätzungen $P_{aktual,gt}$, mit $g \in \{UI, VI, N\}$ über den Wert der riskanten Investition (vgl. Abschnitt 3.3);
- der *Market Maker*:
 - aktualisiert seine Einschätzung P_{BMMt} bzw. P_{SMMt} in Bezug auf die wirtschaftliche Lage (vgl. Abschnitt 3.3);
 - berechnet die jeweiligen Kurse X_{Bt} , X_{St} (vgl. Abschnitt 4.1);
 - erfüllt die Aufträge der Investoren.
- im Anschluß daran (also nachdem die periodischen Kurse veröffentlicht wurden), können die Investoren ihre erwarteten Gewinne G_{gt} mit Hilfe von $P_{aktual,gt}$, mit $g \in \{UI, VI, N\}$ und der Preise X_{Bt} , X_{St} berechnen (vgl. Abschnitt 3.4).

Die periodische Kursfestlegung vollzieht sich also aufgrund der Einschätzungen des Market Maker in Bezug auf die jeweilige wirtschaftliche Lage. Diese Einschätzungen beruhen auf den vom Preisfestsetzer berechneten Wahrscheinlichkeiten, dass die Investoren Kauf- bzw. Verkaufsaufträge erteilen werden. Die Auftragserstellung erfolgt bei den einzelnen Investoren nach gruppenspezifischen Handlungsregeln. Dementsprechend wurden die Preisformeln in mehreren Schritten ermittelt, welche in den nachfolgenden Abschnitten 3.2, 3.3 und 3.4 erläutert werden. Für die Kursbildung sind eigentlich nur die Einschätzungen, Handlungen und Gewinnerwartungen des Market Maker unmittelbar relevant. Diese basieren aber auf den entsprechenden Überlegungen und Tätigkeiten der einzelnen Investorengruppen. Aus diesem Grund wird in den folgenden Abschnitten das Verhalten aller Marktteilnehmer vorgestellt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in der Ermittlung von Preisformeln, die von den interessierenden Variablen q_{HUIt} bzw. q_{LUIt} (als Ausdruck der Genauigkeit methodenspezifischer Information) und p_{UI} (dem Anteil der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln auf dem Markt) abhängen. Anschließend (und zwar im Abschnitt 4.2) werden aufgrund dieser Formeln, Preisbewegungen untersucht, welche durch die c.p. Variation der einzelnen Merkmale erzeugt werden.

3.2 Handlungen der Marktteilnehmer

Wie unter der Annahme (9) schon erwähnt, orientieren die einzelnen Investorengruppen ihre Handlungen an verschiedenen Regeln, die sich (aus Sicht des Preisfestsetzers) wie folgt zusammenfassen lassen:

⁴⁷Die Strukturierung des Handelsablaufes erfolgt in ähnlicher Weise in Kyle (1985), S. 1315f.. Die Investoren handeln aufgrund vorher bestimmter Preise in Easley/Kiefer/O'Hara (1997), S. 811.

- die *vollständig informierten Investoren* kaufen immer bei positiver Information (da diese einen hohen Wert des risikobehafteten Wertpapiers eindeutig signalisiert) und verkaufen bei einem Null-Signal (welches einen niedrigen Wert des risikobehafteten Wertpapiers bedeutet).

$$x_{VIt} = \begin{cases} B & , \text{ wenn } s_{VIt} = 1 \quad (\equiv V_t = V_H) \\ S & , \text{ wenn } s_{VIt} = 0 \quad (\equiv V_t = V_L) \end{cases}$$

Somit sind die Kaufwahrscheinlichkeiten bei gutem bzw. schlechtem wirtschaftlichen Zustand:

$$\mathbf{u}_{VIt} = P(x_{VIt} = B | V_t = V_H, h_{t-1}) = P(x_{VIt} = B | s_{VIt} = 1, h_{t-1}) \equiv \mathbf{1};$$

$$\mathbf{v}_{VIt} = P(x_{VIt} = B | V_t = V_L, h_{t-1}) = 1 - P(x_{VIt} = S | s_{VIt} = 0, h_{t-1}) \equiv \mathbf{0}.$$

- die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* kaufen, wenn der Wert des risikobehafteten Wertpapiers hoch ist und sich anhand ihrer Methode ein positives Informationssignal ableiten lässt, bzw. verkaufen bei einem niedrigen Wert und einem Null-Signal; ansonsten handeln sie zufällig.

$$x_{UI t} = \begin{cases} B & , \text{ wenn } s_{UI t} = 1 \text{ und } V_t = V_H \\ S & , \text{ wenn } s_{UI t} = 0 \text{ und } V_t = V_L \\ B \vee S & , \text{ sonst} \end{cases}$$

Folglich ist:

$$P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 1, V_t = V_H, h_{t-1}) = 1;$$

$$P(x_{UI t} = S | s_{UI t} = 1, V_t = V_L, h_{t-1}) = 1.$$

Mit den Bezeichnungen:

$$P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 1, V_t = V_L, h_{t-1}) \equiv r_{L1UI t};$$

$$P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 0, V_t = V_H, h_{t-1}) \equiv r_{H0UI t},$$

lassen sich die Wahrscheinlichkeiten $u_{UI t}$ und $v_{UI t}$ folgendermaßen berechnen:

$$\begin{aligned} u_{UI t} &= P(x_{UI t} = B | V_t = V_H, h_{t-1}) = \\ &= P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 1, V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(s_{UI t} = 1 | V_t = V_H, h_{t-1}) + \\ &+ P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 0, V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(s_{UI t} = 0 | V_t = V_H, h_{t-1}) = \\ &= q_{HUI t} + r_{H0UI t} \cdot (1 - q_{HUI t}); \\ \text{und analog: } v_{UI t} &= P(x_{UI t} = B | V_t = V_L, h_{t-1}) = \\ &= P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 1, V_t = V_L, h_{t-1}) \cdot P(s_{UI t} = 1 | V_t = V_L, h_{t-1}) + \\ &+ P(x_{UI t} = B | s_{UI t} = 0, V_t = V_L, h_{t-1}) \cdot P(s_{UI t} = 0 | V_t = V_L, h_{t-1}) = r_{L1UI t} \cdot q_{LUI t}. \end{aligned}$$

Laut Annahme (9) sind: $r_{H0UI t} = r_{L1UI t} = 1/2$. Dadurch ergibt sich:

$$\mathbf{u}_{UI t} = \frac{1 + \mathbf{q}_{HUI t}}{2};$$

$$\mathbf{v}_{UI t} = \frac{\mathbf{q}_{LUI t}}{2}.$$

Die Kauf- ($u_{UI t}$) bzw. Verkaufswahrscheinlichkeiten ($1 - v_{UI t}$) während einer positiven bzw. negativen ökonomischen Entwicklung hängen von den entsprechenden Wahrscheinlichkeiten eines guten ($q_{HUI t}$) bzw. schlechten ($q_{LUI t}$) Signals linear ab.

- die *passiven Anleger* sind “blinde“ Händler, die immer eine aktive Handlung zu den vom Market Maker festgelegten Kursen vornehmen. Daher ist:

$$x_{Nt} = \begin{cases} B & , \text{ mit } P(x_{Nt} = B | h_{t-1}) \\ S & , \text{ mit } P(x_{Nt} = S | h_{t-1}) \end{cases}$$

Gemäß Annahme (9) handeln sie zufällig und deshalb ist:

$$u_{Nt} = v_{Nt} = \frac{1}{2}.$$

Somit ergeben sich für die passiven Anleger, unabhängig vom Wert des risikobehafteten Wertpapiers, gleiche Kauf- und Verkaufswahrscheinlichkeiten:

$$\begin{aligned} P(x_{Nt} = B|h_{t-1}) &= P(x_{Nt} = B|V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H|h_{t-1}) + \\ &+ P(x_{Nt} = B|V_t = V_L, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_L|h_{t-1}) = \\ &= u_{Nt} \cdot P(V_t = V_H|h_{t-1}) + v_{Nt} \cdot [1 - P(V_t = V_H|h_{t-1})] = 1/2 \cdot p_{t-1} + 1/2 \cdot [1 - p_{t-1}] = 1/2; \\ P(x_{Nt} = S|h_{t-1}) &= P(x_{Nt} = S|V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H|h_{t-1}) + \\ &+ P(x_{Nt} = S|V_t = V_L, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_L|h_{t-1}) = (1 - u_{Nt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{Nt}) \cdot [1 - p_{t-1}] = 1/2. \end{aligned}$$

- der *Market Maker* kommt den erhaltenen Aufträgen ständig entgegen und verpflichtet sich, in jeder Periode zwei Kurse festzulegen und bekannt zu geben: den Ask und den Bid. Dafür schätzt er die Wahrscheinlichkeiten u_{MMt} und v_{MMt} in Abhängigkeit von der Kaufbereitschaft der unterschiedlichen Investorengruppen, unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Konjunktur. Aus Sicht des Market Maker beschreiben u_{MMt} und $1 - v_{MMt}$ die Wahrscheinlichkeiten, dass Käufe ($x_t = B$) bzw. Verkäufe ($x_t = S$) stattfinden⁴⁸, unter Berücksichtigung einer guten bzw. einer schlechten wirtschaftlichen Lage und der gemeinsamen Information zum Zeitpunkt der Auftragserteilung.⁴⁹

$$\begin{aligned} u_{MMt} &= P(x_t = B|V_t = V_H, h_{t-1}) = \\ &= P(x_t = B|V_t = V_H, g = UI, h_{t-1}) \cdot P(g = UI|V_t = V_H, h_{t-1}) + \\ &+ P(x_t = B|V_t = V_H, g = VI, h_{t-1}) \cdot P(g = VI|V_t = V_H, h_{t-1}) + \\ &+ P(x_t = B|V_t = V_H, g = N, h_{t-1}) \cdot P(g = UI|V_t = V_H, h_{t-1}) = \\ &= u_{UI} \cdot p_{UI} + u_{VI} \cdot p_{VI} + u_{Nt} \cdot p_N = u_{UI} \cdot p_{UI} + p_{VI} + u_{Nt} \cdot (1 - p_{VI} - p_{UI}) = \\ &= (u_{UI} - 1/2) \cdot p_{UI} + 1/2 \cdot p_{VI} + 1/2; \\ v_{MMt} &= P(x_t = B|V_t = V_L, h_{t-1}) = v_{UI} \cdot p_{UI} + v_{VI} \cdot p_{VI} + v_{Nt} \cdot p_N = \\ &= v_{UI} \cdot p_{UI} + v_{Nt} \cdot (1 - p_{VI} - p_{UI}) = (v_{UI} - 1/2) \cdot p_{UI} - 1/2 \cdot p_{VI} + 1/2. \end{aligned}$$

Der Market Maker berechnet also die Kauf- bzw. Verkaufswahrscheinlichkeiten u_{MMt} und v_{MMt} als gewichtete Summen der entsprechenden u_{gt} - bzw. v_{gt} -Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Investorengruppen (mit $g \in \{VI, UI, N\}$). Als Gewichte werden die jeweiligen Anteile an der Gesamtheit aller Investoren benutzt.

Die Unabhängigkeit der Käufe und Verkäufe der Investoren⁵⁰ sichert die Unabhängigkeit der entsprechenden Handlungen des Market Maker, so dass $P(x_t = S|V_t = V_H, h_{t-1}) = 1 - u_{MMt}$ und $P(x_t = S|V_t = V_L, h_{t-1}) = 1 - v_{MMt}$.

Unter Betrachtung der vereinfachenden Annahme (9) ergeben sich die Kaufwahrscheinlichkeiten als nicht-lineare Ausdrücke der interessierenden Variablen q_{HUI} , q_{LUI} und p_{UI} :

$$\begin{aligned} u_{MMt} &= \frac{q_{HUI} \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1}{2}; \\ v_{MMt} &= \frac{(q_{LUI} - 1) \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1}{2}. \end{aligned}$$

⁴⁸Die Bezeichnung erfolgt in allen Fällen aus Sicht der Investoren. Der Market Maker führt die entgegengesetzte Handlung (Verkauf für $x_t = B$, bzw. Kauf für $x_t = S$) durch.

⁴⁹Unter $x_t = B$ bzw. $x_t = S$ versteht man also nicht, dass ein bestimmter Investor kauft bzw. verkauft, sondern der Market Maker bezeichnet dadurch die Möglichkeit, dass ihm Kauf- bzw. Verkaufsaufträge in der jeweiligen Periode überreicht werden. Aufgrund der Tatsache, dass in jeder Periode mindestens eine Hälfte der uninformierten Investoren kauft, während die andere Hälfte verkaufen wird, rechnet der Preisfestsetzer mit einem nichtleeren Auftragsbuch, sowohl beim Kauf, als auch beim Verkauf.

⁵⁰Vgl. Annahme (9), Fußnote 41.

Während u_{MMt} und v_{MMt} , aufgrund der Präzision der vollkommenen Information, von p_{VI} linear abhängig bleiben, kombinieren sich im Falle der unvollständig informierten Agenten die Auswirkungen der Informationsgenauigkeit bzw. ihres Anteils auf die Kauf- und Verkaufswahrscheinlichkeiten des Market Maker.

3.3 Einschätzungen der Marktteilnehmer

Die Anleger formulieren in jeder Periode gruppenspezifische Einschätzungen über den Wert des riskanten Wertpapiers $P_{aktual,gt}$ und aktualisieren sie aufgrund der früheren Handlungen und Preise und, im Falle der informierten Händler, aufgrund der neuen Information.⁵¹ Nur die Einschätzung des Market Maker übt im Rahmen des vorliegenden Modells einen direkten Einfluss auf den Transaktionspreis aus. Die Einschätzungen der anderen Anleger spielen nur im Falle der Gewinn- und Misperceptionsberechnungen eine relevante Rolle (vgl. Abschnitte 3.4, 4.1 und 4.3).

- Die *vollständig informierten Investoren* liefern aufgrund der Bayes'schen Regel einwandfreie Einschätzungen des riskanten Wertes:

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_{1VI t} &= P(V_t = V_H | s_{VI t} = 1, h_{t-1}) = \\ &= \frac{P(s_{VI t} = 1 | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(s_{VI t} = 1 | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1}) + P(s_{VI t} = 1 | V_t = V_L, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_L | h_{t-1})} = \\ &= \frac{1 \cdot p_{t-1}}{1 \cdot p_{t-1} + 0 \cdot (1 - p_{t-1})} = \mathbf{1}; \end{aligned}$$

und analog:

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_{0VI t} &= P(V_t = V_H | s_{VI t} = 0, h_{t-1}) = \\ &= \frac{P(s_{VI t} = 0 | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(s_{VI t} = 0 | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1}) + P(s_{VI t} = 0 | V_t = V_L, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_L | h_{t-1})} = \\ &= \frac{0 \cdot p_{t-1}}{0 \cdot p_{t-1} + 1 \cdot (1 - p_{t-1})} = \mathbf{0}. \end{aligned}$$

- Die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* bilden ihre Einschätzungen ebenso mit Hilfe der Bayes'schen Regel:

$$P_{1UI t} = P(V_t = V_H | s_{UI t} = 1, h_{t-1}) = \frac{P(s_{UI t} = 1 | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(s_{UI t} = 1 | h_{t-1})};$$

und analog:

$$P_{0UI t} = P(V_t = V_H | s_{UI t} = 0, h_{t-1}) = \frac{P(s_{UI t} = 0 | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(s_{UI t} = 0 | h_{t-1})}.$$

Somit werden:

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_{1UI t} &= \frac{\mathbf{q}_{HUI t} \cdot \mathbf{p}_{t-1}}{\mathbf{q}_{HUI t} \cdot \mathbf{p}_{t-1} + \mathbf{q}_{LUI t} \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1})}; \\ \mathbf{P}_{0UI t} &= \frac{(1 - \mathbf{q}_{HUI t}) \cdot \mathbf{p}_{t-1}}{(1 - \mathbf{q}_{HUI t}) \cdot \mathbf{p}_{t-1} + (1 - \mathbf{q}_{LUI t}) \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1})}, \end{aligned}$$

was auf die komplexe nicht-lineare Abhängigkeit der Einschätzungen der Befürworter praktischer Prognosemethoden von der Genauigkeit ihrer Information $q_{HUI t}$ und $q_{LUI t}$, bzw. von der a-priori Einschätzung p_{t-1} hinweist.

- Da den *passiven Anlegern* in t nur die gemeinsame Information zur Verfügung steht, behalten sie

⁵¹Diese Einschätzungen können auch im Sinne von Meinungen oder Erwartungen gegenüber dem wirtschaftlichen Zustand zum Zeitpunkt t verstanden werden. Dadurch unterscheiden sie sich von den a-priori Einschätzungen, die für die gegenwärtige Periode nur mit Hilfe von Vergangenheitsdaten gebildet werden (vgl. Annahme (10)). Da es sich dabei eigentlich um Wahrscheinlichkeiten und nicht um Zufallsvariablen handelt, wurde die Bezeichnung "Einschätzung" bevorzugt.

ihre Einschätzungen auf einem Niveau, welches sich auf die gemeinsame Information bezieht:

$$\mathbf{P}_{\mathbf{N}t} = P(V_t = V_H | h_{t-1}) = \mathbf{p}_{t-1}.$$

- Der *Market Maker* formuliert seine Einschätzungen über die herrschende wirtschaftliche Konjunktur, ausgehend von der Gesamtheit der erhaltenen Kauf- und Verkaufsaufträge, die er unmittelbar beobachten kann. Er bezieht diese Anzahl zwar nicht unmittelbar in seinen Berechnungen ein⁵², sondern ermittelt die Wahrscheinlichkeit, dass solche Aufträge zustande kommen können.

$$P_{BMMt} = P(V_t = V_H | x_t = B, h_{t-1}) = \frac{P(x_t = B | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(x_t = B | h_{t-1})}, \text{ wenn Investoren vom Market Maker kaufen;}$$

$$P_{SMMt} = P(V_t = V_H | x_t = S, h_{t-1}) = \frac{P(x_t = S | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(x_t = S | h_{t-1})}, \text{ wenn Investoren an den Market Maker verkaufen.}$$

Folglich sind:

$$\mathbf{P}_{BMMt} = \frac{\mathbf{u}_{MMt} \cdot \mathbf{p}_{t-1}}{\mathbf{u}_{MMt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} + \mathbf{v}_{MMt} \cdot (\mathbf{1} - \mathbf{p}_{t-1})};$$

$$\mathbf{P}_{SMMt} = \frac{(\mathbf{1} - \mathbf{u}_{MMt}) \cdot \mathbf{p}_{t-1}}{(\mathbf{1} - \mathbf{u}_{MMt}) \cdot \mathbf{p}_{t-1} + (\mathbf{1} - \mathbf{v}_{MMt}) \cdot (\mathbf{1} - \mathbf{p}_{t-1})}.$$

Die Einschätzungen des Market Maker in Bezug auf die gegenwärtige wirtschaftliche Lage stellen folglich eine Kombination der historischen Information (die sich in der a-priori Einschätzung p_{t-1} widerspiegeln) mit den Wahrscheinlichkeiten der aktuellen Investorenhandlungen (die sich aus den Wahrscheinlichkeiten u_{MMt} und v_{MMt} ableiten lassen) dar.

Man möchte die Einschätzungen des Market Maker in Abhängigkeit von den interessierenden Variablen q_{HUIt} , q_{LUIt} und p_{UI} ableiten.

Dafür werden zuerst die im Abschnitt 3.2 berechneten u_{MMt} und v_{MMt} eingesetzt:

$$P_{BMMt} = \frac{[u_{UIt} \cdot p_{UI} + p_{VI} + u_{Nt} \cdot p_N] \cdot p_{t-1}}{[u_{UIt} \cdot p_{UI} + p_{VI} + u_{Nt} \cdot p_N] \cdot p_{t-1} + [v_{UIt} \cdot p_{UI} + v_{Nt} \cdot p_N] \cdot (1 - p_{t-1})};$$

$$P_{SMMt} = \frac{[(1 - u_{UIt}) \cdot p_{UI} + (1 - u_{Nt}) \cdot p_N] \cdot p_{t-1}}{[(1 - u_{UIt}) \cdot p_{UI} + (1 - u_{Nt}) \cdot p_N] \cdot p_{t-1} + [(1 - v_{UIt}) \cdot p_{UI} + p_{VI} + (1 - v_{Nt}) \cdot p_N] \cdot (1 - p_{t-1})}.$$

Unter der Annahme (9), dass $u_{Nt} = v_{Nt} = 1/2$, vereinfacht sich die Berechnung der Kauf- und Verkaufswahrscheinlichkeit wie folgt:

$$P_{BMMt} = \frac{[2u_{UIt} \cdot p_{UI} + 2p_{VI} + p_N] \cdot p_{t-1}}{[2u_{UIt} \cdot p_{UI} + 2p_{VI} + p_N] \cdot p_{t-1} + [2v_{UIt} \cdot p_{UI} + p_N] \cdot (1 - p_{t-1})};$$

$$P_{SMMt} = \frac{[2(1 - u_{UIt}) \cdot p_{UI} + p_N] \cdot p_{t-1}}{[2(1 - u_{UIt}) \cdot p_{UI} + p_N] \cdot p_{t-1} + [2(1 - v_{UIt}) \cdot p_{UI} + 2p_{VI} + p_N] \cdot (1 - p_{t-1})}.$$

Da aber $p_{UI} + p_{VI} + p_N = 1$, folgt:

$$P_{BMMt} = \frac{[(2u_{UIt} - 1) \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1}}{[(2u_{UIt} - 1) \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1} + [(2v_{UIt} - 1) \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1] \cdot (1 - p_{t-1})};$$

$$P_{SMMt} = \frac{[(1 - 2u_{UIt}) \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1}}{[(1 - 2u_{UIt}) \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1} + [(1 - 2v_{UIt}) \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1] \cdot (1 - p_{t-1})}.$$

Mit Hilfe der im Abschnitt 3.2 abgeleiteten Formeln für u_{UIt} und v_{UIt} , lassen sich die Wahrscheinlichkeiten P_{BMMt} und P_{SMMt} auf die folgenden Ausdrücke reduzieren:

⁵²Die Einbeziehung der Anteile der Kauf- bzw. Verkaufsaufträge in die Berechnung der Wahrscheinlichkeit p_{t-1} und danach in die Einschätzungen des Market Maker ist laut Abschnitt 4.2, Fußnote 59 möglich.

$$P_{BMMt} = \frac{[q_{HUIt} \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1}}{[q_{HUIt} \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1} + [(q_{LUIt} - 1) \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1] \cdot (1 - p_{t-1})};$$

$$P_{SMMt} = \frac{[-q_{HUIt} \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1}}{[-q_{HUIt} \cdot p_{UI} - p_{VI} + 1] \cdot p_{t-1} + [(1 - q_{LUIt}) \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1] \cdot (1 - p_{t-1})}.$$

Diese Formeln lassen sich wie folgt umgestalten:

$$P_{BMMt} = \frac{\mathbf{p}_{t-1} \cdot (\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{UI} + \mathbf{p}_{VI} + 1)}{[\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} - (1 - \mathbf{q}_{LUIt}) \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1})] \cdot \mathbf{p}_{UI} - (1 - 2\mathbf{p}_{t-1}) \cdot \mathbf{p}_{VI} + 1};$$

$$P_{SMMt} = \frac{\mathbf{p}_{t-1} \cdot (-\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{UI} - \mathbf{p}_{VI} + 1)}{[-\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} + (1 - \mathbf{q}_{LUIt}) \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1})] \cdot \mathbf{p}_{UI} + (1 - 2\mathbf{p}_{t-1}) \cdot \mathbf{p}_{VI} + 1}.$$

Somit ergibt sich ein komplexer nicht-linearer Zusammenhang zwischen den Einschätzungen des Market Maker und den Modellvariablen (q_{HUIt} , q_{LUIt} , p_{UI} , p_{VI} und p_{t-1}).

3.4 Periodischer Gewinn

Die periodisch erwarteten Gewinne der einzelnen Investoren lassen sich aufgrund des Erwartungswertes der riskanten Investition berechnen. Dieser Erwartungswert hat die folgende Form:

$E[V_t|x_{gt}, h_{t-1}] = V_H \cdot P(V_t = V_H|x_{gt}, h_{t-1}) + V_L \cdot P(V_t = V_L|x_{gt}, h_{t-1})$, mit $x_{gt} \in \{B, S\}$ und $g \in \{UI, VI, N, MM\}$. Der Einsatz der durch die Annahme (2) eingeführten Werte V_H und V_L ermöglicht eine genauere Ableitung dieses Erwartungswertes.

Die einzelnen Investoren können ihre Gewinne nur anhand der vom Market Maker periodisch festgelegten Kursen⁵³ einschätzen, was nur nach der Freigabe ihrer Aufträge und der anschließenden Veröffentlichung der jeweiligen Preise möglich wird. Demzufolge haben ihre Gewinnberechnungen keine weiteren Auswirkungen auf die Transaktionspreise. Im Falle eines Kaufes zahlen die Investoren den Kaufpreis und erhalten dafür das Wertpapier mit einem bestimmten erwarteten Wert, während beim Verkauf der Preis einkassiert und das Wertpapier transferiert wird. Der Market Maker führt die entgegengesetzten Handlungen durch.

- Die *vollständig informierten Investoren* bilden fehlerfreie Erwartungen über den riskanten Wert:

$$E[V_t|x_{VIt} = B, h_{t-1}] = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 = 1;$$

$$E[V_t|x_{VIt} = S, h_{t-1}] = 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 = 0.$$

Damit erwirtschaften sie die größtmöglichen Gewinne:

$$\mathbf{G}_{VIt} = \begin{cases} E[V_t|x_{VIt} = B, h_{t-1}] - X_{Bt} = \mathbf{1} - \mathbf{X}_{Bt} & , \text{ wenn } x_{VIt} = B \\ X_{St} - E[V_t|x_{VIt} = S, h_{t-1}] = \mathbf{X}_{St} & , \text{ wenn } x_{VIt} = S \end{cases};$$

- Die *Anwender von praktischen Entscheidungsregeln* berechnen den Erwartungswert des riskanten Wertpapiers nach der Bayes'schen Regel:

$$P(V_t = V_H|x_{UIt} = B, h_{t-1}) = \frac{P(x_{UIt} = B|V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H|h_{t-1})}{P(x_{UIt} = B|h_{t-1})} =$$

$$= \frac{u_{UIt} \cdot p_{t-1}}{u_{UIt} \cdot p_{t-1} + v_{UIt} \cdot (1 - p_{t-1})} = 1 - P(V_t = V_L|x_{UIt} = B, h_{t-1});$$

$$P(V_t = V_H|x_{UIt} = S, h_{t-1}) = \frac{P(x_{UIt} = S|V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H|h_{t-1})}{P(x_{UIt} = S|h_{t-1})} =$$

$$= \frac{(1 - u_{UIt}) \cdot p_{t-1}}{(1 - u_{UIt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{UIt}) \cdot (1 - p_{t-1})} = 1 - P(V_t = V_L|x_{UIt} = S, h_{t-1}).$$

⁵³Vgl. Abschnitt 4.1 für die entsprechenden Kursberechnungsformeln.

Es folgt:

$$E[V_t | x_{UI t} = B, h_{t-1}] = \frac{u_{UI t} \cdot p_{t-1}}{u_{UI t} \cdot p_{t-1} + v_{UI t} \cdot (1 - p_{t-1})};$$

$$E[V_t | x_{UI t} = S, h_{t-1}] = \frac{(1 - u_{UI t}) \cdot p_{t-1}}{(1 - u_{UI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{UI t}) \cdot (1 - p_{t-1})}.$$

Sie erwarten im Falle eines Kaufes bzw. eines Verkaufes die folgenden Gewinne:

$$G_{UI t} = \begin{cases} E[V_t | x_{UI t} = B, h_{t-1}] - X_{Bt} & , \text{ wenn } x_{UI t} = B \\ X_{St} - E[V_t | x_{UI t} = S, h_{t-1}] & , \text{ wenn } x_{UI t} = S \end{cases} =$$

$$= \begin{cases} \frac{u_{UI t} \cdot p_{t-1}}{u_{UI t} \cdot p_{t-1} + v_{UI t} \cdot (1 - p_{t-1})} - X_{Bt} & , \text{ wenn } x_{UI t} = B \\ X_{St} - \frac{(1 - u_{UI t}) \cdot p_{t-1}}{(1 - u_{UI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{UI t}) \cdot (1 - p_{t-1})} & , \text{ wenn } x_{UI t} = S \end{cases}.$$

Unter den vereinfachenden Formeln aus Abschnitt 3.2, lassen sich die erwarteten Gewinne der unvollständig informierten Investoren folgendermaßen ausdrücken:

$$G_{UI t} = \begin{cases} \frac{(1 + q_{HUI t}) \cdot p_{t-1}}{(1 + q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + q_{LUI t} \cdot (1 - p_{t-1})} - X_{Bt} & , \text{ wenn } x_{UI t} = B \\ X_{St} - \frac{(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1}}{(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + (2 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1})} & , \text{ wenn } x_{UI t} = S \end{cases};$$

- Die *passiven Anleger* verfügen über keine neue Information und deswegen vertreten sie die öffentliche Meinung:

$$P(V_t = V_H | x_{Nt} = B, h_{t-1}) = \frac{P(x_{Nt} = B | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(x_{Nt} = B | h_{t-1})} = \frac{1/2 \cdot p_{t-1}}{1/2} =$$

$$= p_{t-1} = 1 - P(V_t = V_L | x_{Nt} = B, h_{t-1});$$

$$P(V_t = V_H | x_{Nt} = S, h_{t-1}) = \frac{P(x_{Nt} = S | V_t = V_H, h_{t-1}) \cdot P(V_t = V_H | h_{t-1})}{P(x_{Nt} = S | h_{t-1})} = \frac{1/2 \cdot p_{t-1}}{1/2} =$$

$$= p_{t-1} = 1 - P(V_t = V_L | x_{Nt} = S, h_{t-1}).$$

Folglich sind:

$$E[V_t | x_{Nt} = B, h_{t-1}] = p_{t-1};$$

$$E[V_t | x_{Nt} = S, h_{t-1}] = p_{t-1}.$$

Die passiven Anleger rechnen also mit gleichen Erwartungswerten in Bezug auf das risikobehaftete Wertpapier, unabhängig von der vorgenommenen Handlung.

Somit resultiert:

$$G_{Nt} = \begin{cases} E[V_t | x_{Nt} = B, h_{t-1}] - X_{Bt} = p_{t-1} - X_{Bt} & , \text{ wenn } x_t = B \\ X_{St} - E[V_t | x_{Nt} = S, h_{t-1}] = X_{St} - p_{t-1} & , \text{ wenn } x_t = S \end{cases};$$

- Die Gewinnberechnung erfolgt für den *Market Maker* analog:

$$G_{MMt} = \begin{cases} -P_{BMMt} + X_{Bt} & , \text{ wenn } x_{gt} = B \\ -X_{St} + P_{SMMt} & , \text{ wenn } x_{gt} = S \end{cases}, \text{ mit } g = \{UI, VI, N\}.$$

Dieser Ausdruck lässt sich durch die Benutzung der Formeln für P_{BMMt} und P_{SMMt} aus Abschnitt 3.3 in Abhängigkeit von den interessierenden Variablen $q_{HUI t}$, $q_{LUI t}$ und p_{UI} umgestalten.⁵⁴

⁵⁴Vgl. dazu die Preisformel aus Abschnitt 4.1.

4 Modellergebnisse

Mittels der Annahmen und Ergebnisse aus den vorherigen Abschnitten, lassen sich die Periodenpreise formulieren, bzw. der Einfluss der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln auf diese Preise untersuchen.

4.1 Kursfestlegung

Laut Annahme (8) stellt der Market Maker den in der jeweiligen Handelsperiode gültigen Kauf- bzw. Verkaufskurs fest, so dass er keinen Gewinn pro Transaktionsart erwirtschaftet. Unter Berücksichtigung der Information des Market Maker zu dem entsprechenden Zeitpunkt (d.h. die gemeinsame Information und zusätzlich die aktuelle Handlung⁵⁵) lassen sich somit den Ask- und den Bid-Preis als Erwartungswerte des risikobehafteten Wertpapiers berechnen, ⁵⁶

- **Ask-Preis:**

Der Kaufkurs beruht auf der Einschätzung des Market Maker bezüglich einer guten wirtschaftlichen Lage, unter der Voraussetzung, dass die Investoren von ihm kaufen.

$$G_{BMMt} = 0 \Rightarrow \mathbf{X}_{Bt} = E[V_t | x_t = B, h_{t-1}] = \mathbf{P}_{BMMt},$$

Genauer wird:

$$\mathbf{X}_{Bt} = \frac{\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} \cdot \mathbf{p}_{UI} + \mathbf{p}_{t-1} \cdot \mathbf{p}_{VI} + \mathbf{p}_{t-1}}{[\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} - (1 - \mathbf{q}_{LUIt}) \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1})] \cdot \mathbf{p}_{UI} - (1 - 2\mathbf{p}_{t-1}) \cdot \mathbf{p}_{VI} + 1}.$$

- **Bid-Preis:**

Der Verkaufskurs spiegelt die Einschätzungen des Market Maker bezüglich einer positiven ökonomischen Entwicklung wider, wenn die Investoren an ihn verkaufen.

$$G_{SMMt} = 0 \Rightarrow \mathbf{X}_{St} = E[V_t | x_t = S, h_{t-1}] = \mathbf{P}_{SMMt}.$$

Genauer wird:

$$\mathbf{X}_{St} = \frac{-\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} \cdot \mathbf{p}_{UI} - \mathbf{p}_{t-1} \cdot \mathbf{p}_{VI} + \mathbf{p}_{t-1}}{[-\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} + (1 - \mathbf{q}_{LUIt}) \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1})] \cdot \mathbf{p}_{UI} + (1 - 2\mathbf{p}_{t-1}) \cdot \mathbf{p}_{VI} + 1}.$$

Die periodischen Ask- und Bid-Preise lassen sich als nicht-lineare Funktionen der Genauigkeit methodenspezifischer Signale bzw. des Anteils der Befürworter praktischer Entscheidungsverfahren ausdrücken.

Der Prozess der Kursfestlegung charakterisiert sich also dadurch, dass in jeder Periode zwei unterschiedliche Kurse für den Kauf bzw. den Verkauf seitens der Investoren berechnet werden. Die sich zwischen diesen Kursen bildende **Preisspanne (Spread)** ergibt sich als:

$$\mathbf{S}_t = \mathbf{X}_{Bt} - \mathbf{X}_{St} = \frac{2\mathbf{p}_{t-1} \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1}) \cdot [\mathbf{p}_{UI} \cdot (1 + \mathbf{q}_{HUIt} - \mathbf{q}_{LUIt}) + 2\mathbf{p}_{VI}]}{1 - [\mathbf{q}_{HUIt} \cdot \mathbf{p}_{t-1} \cdot \mathbf{p}_{UI} - (1 - \mathbf{q}_{LUIt}) \cdot (1 - \mathbf{p}_{t-1}) \cdot \mathbf{p}_{UI} - (1 - 2\mathbf{p}_{t-1}) \cdot \mathbf{p}_{VI}]^2}.$$

Für die Preisspanne gilt:

Satz 1.: *Die Preisspanne ist immer positiv.*

Beweis: Vgl. Anhang A.

⁵⁵Die aktuelle Handlung wird für die Bestimmung des Ask-Preises mit einem Kauf, bzw. im Falle des Bid-Preises mit einem Verkauf gleichgesetzt.

⁵⁶In Glosen/Milgrom (1985), S. 79, Easley/O'Hara (1987), S. 76 erfolgt die Preisfestlegung ähnlich. In Kyle (1985), S. 1316 und Easley/Kiefer/O'Hara/Paperman (1996), S. 1408 wird die Berechnungsregel genau wie im vorliegenden Modell dargelegt.

Bemerkung: Im vorliegenden Modell nehmen die periodischen Kauf- und Verkaufspreise Werte aus dem Intervall $[0, 1]$ an, da sie mit zwei Wahrscheinlichkeiten, nämlich P_{BMMt} bzw. P_{BMMt} gleichgesetzt wurden. Unter Berücksichtigung des Satzes 1, erreicht die Preisspanne einen minimalen Wert von 0, bzw. einen maximalen Wert von 1.

Die Entstehung eines positiven Spreads kann aufgrund der Annahme (8) nicht durch Geschäftsabwicklungs- oder Lagerhaltungskosten (deren Anteil als konstant angenommen wurde) erklärt werden. Eine mögliche Ursache dafür liegt in den Kosten Adverser Selektion, welche dem Market Maker aufgrund unrentabler Geschäfte mit informierten Händlern entstehen. Der Preisfestsetzer versucht sich durch Erhöhung des Spreads (was eigentlich auf Kosten der uninformierten Investoren erfolgt) gegen potentielle Verluste aus diesen Geschäften zu schützen.⁵⁷ Die Entstehung eines positiven Spreads wird vom folgenden Korollar zusammengefasst:

Korollar: *Die positive Differenz zwischen dem Kauf- und dem Verkaufspreis einer Periode lässt sich aufgrund der auf dem Markt bestehenden Informationsasymmetrien (einschließlich die Informationsunterschiede zwischen den Anwendern von praktischen Entscheidungsregeln und dem Market Maker) bzw. der daraus entstehende Adverse Selektion erklären.*

Beweis: Vgl. Anhang A.

Die Erweiterung der periodischen Preisspanne infolge verstärkter Adverser Selektion wurde bereits in der Fachliteratur bewiesen.⁵⁸ Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen diese Schlussfolgerung und sprechen damit für die Validität des Modells.

4.2 Der Einfluss der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln auf den Kurs

Die Wahrscheinlichkeitsstruktur des Modells kann durch die unbekannten Variablen q_{HUIt} , q_{LUIt} , p_{UI} , p_{VI} und p_{t-1} vollständig beschrieben werden. Zur Untersuchung der c.p. Variation der Transaktionspreise in Abhängigkeit von den interessierenden Variablen (q_{HUIt} , q_{LUIt} und p_{UI}) müssen zusätzliche Annahmen getroffen werden.

- (11) Annahme: Da die vollständig informierten Investoren eine elitäre Anlegergruppe bilden, kann ihre Anzahl (als relativ niedrig und) in geringem Maße variabel angesehen werden. Folglich wird der Anteil p_{VI} als *konstant* angenommen.
- Darüber hinaus kann man die Entwicklung der *Wahrscheinlichkeiten* q_{HUIt} und q_{LUIt} (also die Wahrscheinlichkeiten, dass die unvollständig informierten Investoren, bei einem gegebenen hohen

⁵⁷Vgl. dazu Kyle (1985), S. 1316 und O'Hara (1995), S. 54. In der ursprünglichen Auffassung von Akerlof (1970) weist die Adverse Selektion auf folgendes Problem hin: wenn die Käufer auf einem Markt, die Produktqualität nicht genau beurteilen können, werden Güter von durchschnittlich niedriger Qualität angeboten. In Analogie daran verschlechtern sich die Transaktionsbedingungen auf dem hier modellierten Aktienmarkt, wenn der Market Maker den Informationsgrad seiner Handelspartner nicht genau bestimmen kann.

⁵⁸Vgl. dazu Glosten/Milgrom (1985), S. 89ff., Kyle (1985), S. 1319f., 1322f. und 1327f., Easley/O'Hara (1987), S. 80f., bzw. Easley/Kiefer/O'Hara/Paperman (1996), S. 1411f.. Glosten/Harris (1988) betonen die Wichtigkeit der Adverse Selektion im Vergleich zu den Lagerhaltungsrisiken, als Grund für die Spread-Entstehung (S. 135, 140). Während die Auswirkungen der Lagerhaltung auf die Preise transitorisch sind, weist die Adverse Selektion einen permanenten Preiseffekt auf (S. 131). Darüber hinaus zeigen Van Ness/Van Ness/Warr (2001), S. 20f., dass die Adverse Selektion mit einer steigenden Anzahl von Market Maker sinkt, was die erhöhte Gefahr der Informationsasymmetrien auf Märkten mit einem einzigen Preisfestsetzer erkennbar macht.

bzw. niedrigen Wert des risikobehafteten Wertpapiers, aus ihren Daten ein positives Signal ableiten) als *voneinander unabhängig* betrachten. Dies ermöglicht eine separate Analyse der Kursbewegung bei c.p. Variation dieser Wahrscheinlichkeiten.

- (12) Annahme: Der Market Maker legt in jeder Periode seine *a-priori Einschätzung* p_{t-1} auf einem konstanten Niveau (p_0) fest.⁵⁹

Als unmittelbare Folge der oben gestellten Annahmen ergibt sich, dass die Einschätzungen P_{BMMt} bzw. P_{SMMt} des Market Maker (und dadurch auch die entsprechenden Transaktionspreise) als Funktionen von Merkmalen der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln q_{HUIt} , q_{LUIt} und p_{UI} dargestellt werden können.

Die beiden mutmaßlichen Einflussmöglichkeiten der Befürworter von Entscheidungsregeln auf den Aktienkurs lassen sich dabei deutlich erkennen: die Wahrscheinlichkeiten q_{HUIt} und q_{LUIt} weisen auf den *Einfluss durch die Qualität methodenspezifischer Information* hin, während der Anteil p_{UI} einen *quantitativen Effekt* offenbart. Die Auswirkung einer c.p. Variation dieser Faktoren auf die Ask- und Bid-Preise, wenn der Market Maker die Anwender von praktischen Entscheidungsregeln als besser informierte Investoren betrachtet, lässt sich durch den folgenden Satz kurz darstellen:

Satz 2.: *Eine c.p. Intensivierung des methodenspezifischen Handels (entweder aufgrund präziser Information oder wegen Anteilsvergrößerung) führt zu Preisverschlechterungen (d.h. Erhöhung der Kauf- und Verringerung der Verkaufspreise) bzw. Spreaderhöhungen.*

Eine Erklärung für die entstehenden Spreadschwankungen besteht in den Informationsasymmetrien zwischen den Investoren und dem Market Maker. Der Preisfestsetzer kennt gemäß Annahme (9) die Identität seiner Handelspartner nicht, weiß aber, dass der Informationsvorsprung einiger der Investoren (und zwar der vollständig und unvollständig informierten) ihm Verluste verursachen wird.⁶⁰ Folglich ist er mit dem Problem der Adversen Selektion konfrontiert.⁶¹

Satz 2 lässt sich mittels mehrerer Aussagen konkreter formulieren, welche auf die c.p. Variation der einzelnen interessierenden Merkmale q_{HUIt} , q_{LUIt} und p_{UI} Bezug nehmen und anschließend bewiesen werden.

- Während einer guten wirtschaftlichen Lage hängt die Informationsqualität positiv von q_{HUIt} ab. Die Untersuchung der c.p. Abhängigkeit der Kurse von dieser Wahrscheinlichkeit führt zu Satz 2.1.:

Satz 2.1.: *Bei einer c.p. Variation der Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} (dass die Anwender von praktischen Entscheidungsregeln bei einem vorgegebenen hohen Wert des risikobehafteten Wertpapiers ein*

⁵⁹In der Realität kann der Market Maker periodisch die a-priori Einschätzung anhand der erhaltenen Aufträgen berechnen. Wenn b_t bzw. a_t die Anteile an Kauf- bzw. Verkaufsaufträgen in t darstellen (mit $a_t + b_t = 1$), kann der Market Maker die allgemeine Kaufwahrscheinlichkeit mit b_t gleichsetzen, so dass: $P(x_t = B|h_{t-1}) = u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1}) = b_t$. Daraus lässt sich p_{t-1} ermitteln: $p_{t-1} = \frac{b_t - v_{MMt}}{u_{MMt} - v_{MMt}} = \frac{2b_t - (q_{LUIt} - 1) \cdot p_{UI} + p_{VI} - 1}{(q_{LUIt} - q_{HUIt} + 1) \cdot p_{UI} + 2p_{VI}}$. Aufgrund ihrer Abhängigkeit von p_{UI} , q_{HUIt} , bzw. q_{LUIt} ist p_{t-1} eine endogene Modellvariable. Dies erschwert die Analyse deutlich und wird demzufolge nicht weiter berücksichtigt.

⁶⁰Vgl. dazu Copeland/Galai (1983), S. 1461f., Easley/O'Hara (1987), S. 73 oder Madhavan (2000), S. 216. Im Rahmen des vorliegenden Modells kann der Market Maker die Anzahl der Geschäfte mit den besser informierten Investoren, mit Hilfe der Größen p_{VI} , bzw. p_{UI} , q_{HUIt} und q_{LUIt} einschätzen.

⁶¹Vgl. dazu Glosten/Milgrom (1985), S. 82ff. sowie das Korollar des Satzes 1. aus Abschnitt 4.1.

positives Informationssignal erhalten) verläuft der Kaufpreis direkt proportional mit dieser Variation und konkav. Der Verkaufspreis ist hingegen invers proportional und ebenso konkav. Dementsprechend weist die Preisspanne eine positive Abhängigkeit von dieser c.p. Variation auf, die ab einem bestimmten Wert von q_{HUIt} konvex verläuft.

Beweis: Vgl. Anhang A.

Mit anderen Worten, wenn die Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} c.p. zunimmt, steigt die Kaufwahrscheinlichkeit P_{BMMt} , und die Verkaufswahrscheinlichkeit P_{SMMt} sinkt. Damit wächst (zuerst steiler, dann langsamer) der Ask-Preis X_{Bt} und verringert sich (zuerst langsamer, dann steiler) der Bid-Preis X_{St} . Folglich wird der Spread S_t höher, aber seine Steigungsgeschwindigkeit hängt von den Werten der Modellvariablen ab. Die Preisspanne kann dementsprechend konvex verlaufen oder einen Wendepunkt aufweisen.⁶² Für eine hohe Informationsqualität (nämlich für hohe Werte von q_{HUIt}) wächst der Spread schneller.

Die Kaufwahrscheinlichkeit der unvollständig informierten Investoren in einer guten wirtschaftlichen Situation steigt c.p. mit einem positiven Signal. Infolge dessen rechnet der Market Maker mit einer Zunahme der Wahrscheinlichkeit, dass er Verlustgeschäfte abschließen wird und schützt sich durch eine entsprechende Preiserhöhung beim Kauf bzw. durch eine Preissenkung beim Verkauf (seitens der Investoren). Je größer die Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} c.p. ist, desto wahrscheinlicher vergrößert sich die Zunahmegeschwindigkeit der Preisspanne, denn je besser die Transaktionspartner des Market Maker informiert sind, desto stärker reagiert er durch eine entsprechende Kursverschlechterung.

Der Verlauf des Kauf- und des Verkaufspreises, sowie der Preisspanne sind für den Sonderfall mit: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{LUIt} = 0.4$ und $p_{UI} = 0.1$ bzw. $p_{UI} = 0.8$, in den Abbildungen 1 bzw. 2 aus Anhang B veranschaulicht.⁶³ Wie im Satz 2.1. bewiesen, steigt der Ask, sinkt der Bid und verringert sich der Spread in den beiden betrachteten Situationen. Die entsprechenden Krümmungen sind für einen größeren Anteil der Anwender praktischer Entscheidungsverfahren deutlich zu beobachten. Die Preisspanne verläuft in dem ersten Fall ($p_{UI} = 0.1$) konvex, da der diesbezüglich relevante Parameter α (vgl. Beweis zum Satz 2.1. in Anhang A) sogar für ganz niedrige Werte von q_{HUIt} diesen Verlauf nicht verändert. In der zweiten Situation ($p_{UI} = 0.8$) erreicht der Spread einen Wendepunkt.⁶⁴ Außerdem ist in dem Fall mit mehreren Anwendern von praktischen Entscheidungsregeln der Spread höher, was (laut Korollar des Satzes 1.) auf höhere Kosten der Adversen Selektion zurückgeführt werden kann.

- Die Genauigkeit der methodenspezifischen Information bezieht sich während eines schlechten ökonomischen Zustandes negativ auf die Wahrscheinlichkeit q_{LUIt} . Der c.p. Einfluss dieser Wahrscheinlichkeit auf die Transaktionspreise kann folgenderweise zusammengefasst werden:

Satz 2.2.: Eine c.p. Zunahme der Wahrscheinlichkeit q_{LUIt} (dass die Anwender von praktischen

⁶²Für die notwendigen Bedingungen hinsichtlich des Spreadverlaufes vgl. Beweis des Satzes 2.1. aus Anhang A.

⁶³Alle Graphiken wurden mit dem Programm Mathematica 5.0 realisiert.

⁶⁴Wenn $p_{UI} = 0.1$ beträgt $\alpha = 0.06 \cdot q_{HUIt} - 0.014$. Folglich ist $\alpha < 0$ für $q_{HUIt} < 0.233$. Auch für den minimal zulässigen Wert $q_{HUIt} = 0$ ist $\alpha \cdot (3 + \alpha^2) + [p_{VI} + p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})] \cdot (1 + 3\alpha^2) = 0.068 \geq 0$, also der Spread verläuft für alle Werte von $q_{HUIt} = 0$ konvex. Im zweiten Fall (mit $p_{UI} = 0.8$) ist $\alpha = 0.48 \cdot q_{HUIt} - 0.182$ und damit $\alpha < 0$ für $q_{HUIt} < 0.379$. Schon für einen niedrigen Wert $q_{HUIt} = 0.1$ ist $\alpha \cdot (3 + \alpha^2) + [p_{VI} + p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})] \cdot (1 + 3\alpha^2) = -0.288 \geq 0$, was auf einen konkaven Verlauf der Preisspanne hinweist. Der Spread erreicht folglich einen Wendepunkt, wenn die Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} niedrig ist.

Entscheidungsregeln bei vorgegebenem niedrigem Wert des risikobehafteten Wertpapiers ein positives Informationssignal erhalten) verursacht eine konvex verlaufende Senkung des Kaufkurses bzw. eine konvexe Steigerung des Verkaufskurses. Dementsprechend sinkt die Preisspanne. Ihr Verlauf wird desto wahrscheinlicher konvex, je niedriger die Werte von $q_{LUI t}$ sind.

Beweis: Vgl. Anhang A.

Die c.p. Erhöhung der Wahrscheinlichkeit $q_{LUI t}$ bewirkt somit eine konträre Bewegung der Transaktionspreise. Dadurch sinkt (zuerst steiler, dann langsamer) die Kaufwahrscheinlichkeit $P_{BMM t}$ und damit der Ask-Preis X_{Bt} , bzw. steigt (zuerst langsamer, dann steiler) die Verkaufswahrscheinlichkeit $P_{SMM t}$ und damit der Bid-Preis X_{St} . Es ist offensichtlich, dass der Spread S_t somit niedriger wird. Seine Variationsgeschwindigkeit hängt aber von den Werten der Modellvariablen ab. Die Preisspanne kann damit konvex verlaufen oder einen Wendepunkt aufweisen.⁶⁵ Je höher die Informationsqualität (d.h. je niedriger von $q_{LUI t}$) ist, desto schneller ändert sich der Spread.

Eine Erklärung für die Aussage vom Satz 2.2. ist, dass ein positives Signal während einer schlechten wirtschaftlichen Lage so gut wie keine (eindeutige) Information beinhaltet und deswegen die unvollständig informierten Investoren zum zufälligen Handel veranlasst. Demzufolge sieht sich der Market Maker mit Handelspartnern konfrontiert, die ihm informationsmäßig nicht überlegen sind. Das erfolgt desto wahrscheinlicher, je unpräziser die Information seiner potentiellen Partner ist. Folglich verbessert er die Transaktionspreise.

Die Abbildungen 3 bzw. 4 aus Anhang B veranschaulichen den Verlauf des Kauf- und des Verkaufspreises, sowie der Preisspanne für den Sonderfall mit: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{HUI t} = 0.6$ und $p_{UI} = 0.1$ bzw. $p_{UI} = 0.8$. Wie im Satz 2.2. bewiesen wurde, sinkt der Ask, steigt der Bid und erhöht sich der Spread. Für einen größeren Anteil der Anwender von empirischen Methoden lassen sich die entsprechenden Entwicklungen deutlich beobachten. Wenn die Informationsgenauigkeit niedrig ist (d.h. $q_{LUI t}$ hoch) kann der verlaufsbestimmende Parameter α (vgl. Beweis zum Satz 2.2. aus Anhang A) in beiden Fällen genügend hohe Werte annehmen, um den erwarteten konvexen Verlauf der Preisspanne umzukehren.⁶⁶ Außerdem nimmt die Preisspanne in dem Fall mit mehreren Anwendern von praktischen Prognosemethoden höhere Werte an, was die Entstehung höherer Kosten der Adversen Selektion (vgl. Korollar des Satzes 1) bestätigt.

- In bezug auf die anteilmäßige Auswirkung des methodenspezifischen Handels gilt folgendes:

Satz 2.3.: *Der Kaufpreis ist von der c.p. Änderung des Anteils p_{UI} positiv und konvex abhängig, während der Verkaufspreis einen negativen bzw. konkaven Verlauf aufweist. Dementsprechend variiert die Preisspanne positiv und konvex.*

Beweis: Vgl. Anhang A.

Bei einem c.p. Zuwachs des Anteils an unvollständig informierten Investoren p_{UI} , steigt somit

⁶⁵Für die notwendigen Bedingungen hinsichtlich des Spread-Verlaufes vgl. Beweis des Satzes 2.2. aus Anhang A.

⁶⁶Wenn $p_{UI} = 0.1$ beträgt $\alpha = 0.04 \cdot q_{LUI t} + 0.006$. Folglich ist $\alpha > 0$ für alle $q_{LUI t}$. Für einen hohen Wert $q_{LUI t} = 0.9$ ist $-\alpha \cdot (3 + \alpha^2) + [p_{VI} + p_{UI} \cdot q_{HUI t}] \cdot (1 + 3\alpha^2) = -0.015 \leq 0$. Damit hat der der Spread den Wendepunkt schon erreicht. Im zweiten Fall (mit $p_{UI} = 0.8$) ist $\alpha = 0.32 \cdot q_{LUI t} - 0.022$ und damit $\alpha > 0$ für $q_{LUI t} > 0.069$. Für denselben Wert $q_{LUI t} = 0.9$ ist $-\alpha \cdot (3 + \alpha^2) + [p_{VI} + p_{UI} \cdot q_{HUI t}] \cdot (1 + 3\alpha^2) = -0.683 \leq 0$. Folglich erreicht der Spread auch in diesem Fall den Wendepunkt.

die Kaufwahrscheinlichkeit P_{BMMt} und sinkt die Verkaufswahrscheinlichkeit P_{SMMt} . Dies führt zu einer (zuerst langsameren, dann steileren) Zunahme des Ask-Preises X_{Bt} , bzw. eine Abnahme des Bid-Preises X_{St} (ebenso mit einer anfänglich niedrigen, dann höheren Geschwindigkeit). Dementsprechend wächst der Spread S_t , und zwar mit einer steigenden Geschwindigkeit.

Diese Kursbewegungen sind wie in den vorherigen Abschnitten infolge der erhöhten Kosten Adverser Selektion, die sich diesmal mit der Anzahl der potentiell besser informierten Handelspartner vergrößern, zu erwarten.⁶⁷ Je höher der Anteil der Anwendern von praktischen Entscheidungsregeln ist, desto stärker nimmt die Gefahr der Adversen Selektion zu, so dass jede weitere Zunahme dieses Anteils die Spreaderhöhung maßgebend beschleunigt.

Die Abbildungen 5 bzw. 6 aus Anhang B veranschaulichen den Verlauf des Kauf- und des Verkaufspreises, sowie der Preisspanne für den Sonderfall mit: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{LUI t} = 0.4$ und $q_{HUI t} = 0.6$ bzw. $q_{HUI t} = 0.8$. Gemäß Satz 2.3. steigt der Ask, sinkt der Bid und vermindert sich der Spread. Für eine größere Informationsgenauigkeit in einer guten wirtschaftlichen Situation $q_{HUI t}$ lassen sich die Krümmungen der jeweiligen Kurven besser nachvollziehen.

Außer diesen c.p. Analysen der Preis- und Spreadbewegungen wurden *bivariate Untersuchungen* für den Sonderfall mit $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$ und, je nach dem Fall, $q_{HUI t} = 0.6$, $q_{LUI t} = 0.4$ und/oder $p_{UI} = 0.1$ durchgeführt. Sie bestätigen die unter Satz 2 c.p. formulierten Hypothese (dass je intensiver die Anwender von praktischen Entscheidungsregeln handeln, desto schlechter die allgemeinen Transaktionsbedingungen werden). Die Erhöhung der Kauf- bzw. die Senkung der Verkaufspreise ist für $q_{HUI t} \rightarrow 1$ und $p_{UI} \rightarrow 1$, bzw. $q_{LUI t} \rightarrow 0$ und $p_{UI} \rightarrow 1$, bzw. $q_{HUI t} \rightarrow 1$ und $q_{LUI t} \rightarrow 0$ extrem. (Vgl. Abbildungen 7-9 aus Anhang B.)

Hinsichtlich der Kursschwankungen und des Einflusses der unvollständig informierten Investoren lassen sich weitere allgemeine Bemerkungen aus den Preisformeln unmittelbar ableiten.

- **Satz 3.:** *Der Fall mit völlig falsch informierten Anwendern von praktischen Entscheidungsregeln ($q_{HUI t} = 0$, nämlich kein positives, zum Kauf veranlassendes Signal während einer guten wirtschaftlichen Lage, und $1 - q_{LUI t} = 0$, also kein Null, zum Verkauf veranlassendes Signal während einer schlechten Konjunktur) entspricht dem Fall ohne Anwender empirischer Prognosemethoden ($p_{UI} = 0$).*

Beweis: Vgl. Anhang A.

Da die Signale der völlig falsch informierten Anwender von praktischen Entscheidungsverfahren nie im Einklang mit dem ökonomischen Zustand stehen, können diese Agenten letztendlich nur zufällig handeln, genau wie die passiven Anleger. Folglich reduzieren sich in den beiden Situationen die Investorengruppen auf zwei: vollständig informierte Investoren und uninformierte passive Anleger.

⁶⁷Aufgrund der Annahme (11) (konstanter p_{VI}) verursacht die Erhöhung des Anteils p_{UI} der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln eine Zunahme des Verhältnisses von informierten zu uninformierten Händlern $\frac{p_{UI} + p_{VI}}{p_N}$. Glosten/Milgrom (1985), S. 89 bestätigen die Schlussfolgerung, dass die Steigung dieses Verhältnisses eine Spread-Erweiterung generieren kann.

Der Spread bleibt weiterhin positiv: $S_t = \frac{4p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{VI}}{1 - p_{VI}^2 \cdot (1 - p_{t-1})}$, da der Market Maker sich immer noch vor den vollständig informierten Investoren durch die Festlegung einer positiven Preisspanne schützt.

- Eine weitere Schlussfolgerung berücksichtigt die beiden Extremsituationen $p_{t-1} = 0$ und $p_{t-1} = 1$.⁶⁸

Satz 4.: *Wenn die a-priori Einschätzung des Market Maker in Bezug auf die künftige wirtschaftliche Lage extreme Werte annimmt ($p_{t-1} = 0$ oder $p_{t-1} = 1$), setzt der Market Maker gleiche Preise für den Kauf und Verkauf, und zwar genau in der Höhe des riskanten Wertes, fest.*

In beiden dieser Fälle ist der Preisfestsetzer über die wirtschaftliche Lage der nächsten Periode so gut wie vollständig informiert. Dies veranlasst ihn, Käufe und Verkäufe zu dem “richtigen“ Preis (nämlich dem tatsächlichen Wert von V_t) zu tätigen.

Beweis: Vgl. Anhang A.

Wenn der Market Maker eine positive Wirtschaftsentwicklung in der nächsten Periode ausschließt (d.h. $p_{t-1} = 0$), werden die entsprechenden Transaktionspreise auf Null festgelegt. Eine Begründung dafür stützt auf die allgemeine Meinung, dass der Wert des riskanten Wertpapiers im Falle einer schlechten ökonomischen Entwicklung V_L Null ist. Der Market Maker hat somit keinen Anreiz für weitere Transaktionen. Wenn aber der Market Maker von der positiven Entwicklung der Wirtschaft in der nächsten Periode überzeugt ist (d.h. $p_{t-1} = 1$), erreichen die beiden Kurse ihr Maximum: $V_H = 1$.

4.3 Die Misperception der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln

Im Vergleich zu den vollständig informierten Händler kann die Wahrnehmung der Befürworter empirischer Prognosemethoden in Bezug auf die Transaktionspreise als verzerrt eingeschätzt werden. Eine Wahrnehmungsverzerrung wird in Anlehnung an De Long/Shleifer/Summers/Waldmann (1990)⁶⁹ als *Misperception* bezeichnet.

Die Misperception der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln kennt im Rahmen des vorliegenden Modells zwei Ausprägungen: einerseits in Bezug auf die wirtschaftliche Lage (bei vorgegebenem Informationssignal) und andererseits in Bezug auf die geeignetste Handlung (bei vorgegebenem Wert des risikobehafteten Wertpapiers). In beiden Situationen wird die Annahme (8) (dass die von den vollständig informierten Investoren abgeleitete positive Information eine gute wirtschaftliche Lage signalisiert und unmittelbar zum Kauf veranlasst, während die negative Information auf einen schlechten Zustand hinweist und einen Verkauf verursacht) als Referenz angenommen.

Durch die Berechnung der Misperceptions möchte man herausfinden, inwieweit die gleichen Ausgangsbedingungen (d.h. gleiche informative Signale für die erste Misperception-Form und den gleichen Wert

⁶⁸Da diese zwei Fälle Extremsituationen darstellen, welche zu trivialen Ergebnissen führen und in der Realität mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zutreffen, wurden sie in Verbindung mit dem bisher diskutierten Einfluss der unvollständig informierten Investoren nicht näher untersucht.

⁶⁹In De Long/Shleifer/Summers/Waldmann (1990), S. 708 spricht man über die Misperception der sogenannten Noise Trader (eine Kategorie uninformerter Investoren, zu der auch die Technischen Analysten gezählt werden, laut S. 706) in Bezug auf den erwarteten Preis des risikobehafteten Wertpapiers. Sie wird als normalverteilte Zufallsvariable modelliert. Im vorliegenden Modell definiert man die Misperception in Anlehnung an zwei zentrale Elemente: die Einschätzungsbildung über die wirtschaftliche Lage und die Handlungen der Investoren.

des risikobehafteten Wertpapiers für die zweite) zu Einschätzungs- bzw. Handlungsunterschiede zwischen den vollständig und unvollständig informierten Investoren führen können. Denn je ähnlicher die Einschätzungen und Handlungen dieser Anlegergruppen sind, desto höher müsste letztendlich ihr gemeinsamer Einfluss auf die Transaktionspreise sein.

Die *Misperception der wirtschaftlichen Lage* beruht auf den Einschätzungsunterschieden zwischen den unvollständig und den vollständig informierten Agenten, wenn sie gleichwertige Informationssignale aus ihren Daten ableiten. Sie wird für einen guten bzw. für einen schlechten ökonomischen Zustand aufgrund der Einschätzungen der jeweiligen Agenten definiert:

$$\begin{aligned}\rho_{UI t}^{V_H} &= P(V_t = V_H | s_{VI t} = 1, h_{t-1}) - P(V_t = V_H | s_{UI t} = 1, h_{t-1}) = P_{1VI t} - P_{1UI t} = 1 - P_{1UI t}; \\ \rho_{UI t}^{V_L} &= P(V_t = V_L | s_{VI t} = 0, h_{t-1}) - P(V_t = V_L | s_{UI t} = 0, h_{t-1}) = (1 - P_{0VI t}) - (1 - P_{0UI t}) = \\ &= 1 - (1 - P_{0UI t}) = P_{0UI t}.\end{aligned}$$

Mit Hilfe der Ergebnisse aus Abschnitt 3.3 sind:

$$\begin{aligned}\rho_{UI t}^{V_H} &= 1 - \frac{q_{HUI t} \cdot p_{t-1}}{q_{HUI t} \cdot p_{t-1} + q_{LUI t} \cdot (1 - p_{t-1})}; \\ \rho_{UI t}^{V_L} &= \frac{(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1}}{(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1})}.\end{aligned}$$

Die *Misperception der geeignetsten Handlung* wird als Unterschied zwischen den Handlungen der vollständig informierter Investoren) und der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, in einer bestimmten wirtschaftlichen Lage, formuliert:

$$\begin{aligned}\rho_{UI t}^B &= P(x_{VI t} = B | V_t = V_H, h_{t-1}) - P(x_{UI t} = B | V_t = V_H, h_{t-1}) = 1 - u_{UI t}; \\ \rho_{UI t}^S &= P(x_{VI t} = S | V_t = V_L, h_{t-1}) - P(x_{UI t} = S | V_t = V_L, h_{t-1}) = 1 - (1 - v_{UI t}) = v_{UI t}.\end{aligned}$$

Aufgrund der Ergebnisse des Abschnittes 3.2 erhält man die folgenden lineare Ausdrücke:

$$\begin{aligned}\rho_{UI t}^B &= \frac{1 - q_{HUI t}}{2}; \\ \rho_{UI t}^S &= \frac{q_{LUI t}}{2}.\end{aligned}$$

Laut den früheren Berechnungen und den Annahmen (11) und (12) lassen sich die beiden Misperception-Formen (bezüglich der wirtschaftlichen Lage und der passenden Handlung) als Funktionen von zwei Variablen (nämlich der Wahrscheinlichkeiten $q_{HUI t}$ und $q_{LUI t}$) darstellen. Die Misperception beim Kauf $\rho_{UI t}^B$ hängt nur von der Wahrscheinlichkeit eines positiven Signals $q_{HUI t}$ ab, da bei guter wirtschaftlicher Lage nur ein solches Signal eine korrekte Handlung (nämlich den Kauf) seitens der unvollständig Informierten auslösen kann. Analog ist die Misperception beim Verkauf $\rho_{UI t}^S$ nur eine Funktion der Wahrscheinlichkeit eines Null-Signals, bei einem schlechten Umfeldzustand $q_{LUI t}$.

Durch die c.p. Änderung der zwei Variablen $q_{HUI t}$ und $q_{LUI t}$, welche die Genauigkeit der methodenspezifischen Information ausdrücken, entstehen Variationen der Misperception-Ausprägungen, die anschließend kurz erläutert werden.

Satz 5.: *Die zunehmende Qualität der methodenspezifischen Information (c.p. ausgedrückt anhand der Wahrscheinlichkeiten $q_{HUI t}$ und $q_{LUI t}$) verursacht eine Verbesserung der Wahrnehmung unvollständig informierter Investoren im Vergleich zu den vollständig informierten Agenten, sowohl in Bezug auf die Einschätzung der wirtschaftlichen Lage, als auch in Bezug auf die zu dieser Lage passenden Handlung. Die*

einzelnen Ausprägungen dieser zwei Formen der Wahrnehmungsverzerrung weisen spezifische Verläufe auf.

Satz 5. lässt sich durch zwei Aussagen, welche auf die c.p. Variationen der Wahrscheinlichkeiten q_{HUIt} bzw. q_{LUIt} Bezug nehmen, konkret formulieren.

- Der folgende Satz fasst die Auswirkungen einer c.p. Änderung von q_{HUIt} auf die Misperception-Ausprägungen zusammen.

Satz 5.1.: *Bei einer c.p. Steigung der Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} (dass die Anwender von praktischen Entscheidungsregeln bei einem vorgegebenen hohen Wert des risikobehafteten Wertpapiers ein positives Informationssignal bekommen) sinkt die Misperception bezüglich einer guten Konjunktur ρ_{UIt}^H konvex, sowie auch die Misperception bezüglich eines schlechten wirtschaftlichen Zustandes ρ_{UIt}^L , deren Verlauf aber konkav ist.*

Die Misperception der geeignetsten Handlung während einer guten wirtschaftlichen Entwicklung ρ_{UIt}^B verringert sich bei einer c.p. Zunahme von q_{HUIt} linear, während die Misperception der geeignetsten Handlung in einer schlechten ökonomischen Situation ρ_{UIt}^S von der Variation dieser Wahrscheinlichkeit unbeeinflusst bleibt.

Beweis: Vgl. Anhang A.

Mit anderen Worten, bei einer c.p. Zunahme der Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} , steigt die Einschätzung P_{1UIt} über einen hohen Wert der riskanten Investition und sinkt diejenige über einen niedrigen Wert P_{0UIt} . Damit sinken die beiden Misperception der wirtschaftlichen Lage ρ_{UIt}^H (zuerst steiler, dann langsamer) und ρ_{UIt}^L (zuerst langsamer, dann steiler). Das ist aufgrund der Tatsache zu erwarten, dass mit einer Zunahme der Informationsgenauigkeit auch die Chance einer korrekter Einschätzungen bei den Anwendern empirischer Prognosemethoden steigt.

Die Senkung der Misperception der geeignetsten Handlung ρ_{UIt}^B bei einer c.p. Erhöhung von q_{HUIt} erfolgt deswegen, weil je höher die Qualität der methodenspezifischen Information ist, desto wahrscheinlicher handeln die Anwender praktischer Entscheidungsverfahren analog den vollständig informierten Anlegern.

- Die c.p. Variation von q_{LUIt} verursacht die im folgenden Satz kurz erläuterten Änderungen der Misperception.

Satz 5.2.: *Die Misperception bezüglich einer guten wirtschaftlichen Lage ρ_{UIt}^H hängt positiv und konkav von der c.p. Veränderung der Wahrscheinlichkeit q_{LUIt} (dass die Anwender von praktischen Entscheidungsregeln unter einem vorgegebenen niedrigen Wert des risikobehafteten Wertpapiers ein positives Informationssignal bekommen) ab, bzw. die Misperception bezüglich einer schlechten Konjunktur ρ_{UIt}^L weist einen ebenso positiven aber konvexen Zusammenhang mit der c.p. Variation von q_{LUIt} auf.*

Die Misperception beim Verkauf ρ_{UIt}^S steigt mit der c.p. Zunahme von q_{LUIt} linear, während die Misperception beim Kauf ρ_{UIt}^B davon unabhängig bleibt.

Beweis: Vgl. Anhang A.

Da eine Zunahme von q_{LUIt} auf eine unpräzisere methodenspezifische Information hinweist, werden

die darauf begründeten Handlungen und Einschätzungen stärker verzerrt. Die Variationsgeschwindigkeit ist zuerst höher, dann niedriger für ρ_{UIt}^{VH} , entwickelt sich genau umgekehrt für ρ_{UIt}^{VL} und bleibt konstant für ρ_{UIt}^S .

Obwohl eine Verringerung der Wahrnehmungsverzerrungen mit der steigenden Informationsqualität (wie unter Satz 5. präzisiert) zu erwarten ist, sollten die unterschiedlichen Abläufe der einzelnen Misperception-Ausprägungen detaillierter diskutiert werden. Da die Handlungen der Investoren direkt auf der ihnen verfügbaren Information basieren, hängen die Handlungsmisperception ρ_{UIt}^B und ρ_{UIt}^S von der Genauigkeit der jeweiligen methodenspezifischen Information (q_{HUIt} bzw. q_{LUIt}) linear ab. Im Falle der Einschätzungsformulierung entsteht aber ein kombinierter Effekt der gegenwärtigen und der historischen Daten (vgl. Abschnitt 3.3), so dass auch die entsprechenden Misperception ρ_{UIt}^{VH} bzw. ρ_{UIt}^{VL} komplexere Verläufe in Abhängigkeit von q_{HUIt} bzw. q_{LUIt} aufweisen werden. Obwohl q_{HUIt} (bzw. q_{LUIt}) sich ausschließlich auf eine positive (bzw. negative) ökonomische Entwicklung beziehen, wirken sich beide dieser Wahrscheinlichkeiten sowohl auf die Misperception hinsichtlich eines guten ökonomischen Zustandes ρ_{UIt}^{VH} , als auch auf die Misperception hinsichtlich einer schlechten Konjunktur ρ_{UIt}^{VL} aus. ρ_{UIt}^{VH} ist für eine kleinere Informationsgenauigkeit (d.h. niedrigere Werte von q_{HUIt} bzw. höhere Werte von q_{LUIt}) auf die jeweilige c.p. Variation der Informationsqualität empfindlicher. ρ_{UIt}^{VL} zeigt einen entgegengesetzten Verlauf der jeweiligen Variationgeschwindigkeiten auf.

Die beiden Misperception-Ausprägungen weisen eigentlich auf die Wahrnehmungsverzerrung der unvollständig informierten Investoren in Bezug auf die Kurse hin. Denn sowohl ein positives Informationssignal während einer guten wirtschaftlichen Lage (welches als Grundlage der Einschätzungsmisperception dient), als auch der durch ein solches Signal induzierte Kauf (auf welchem die Handlungsmisperception basiert), drücken die Erwartungen der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln in Bezug auf eine zukünftige Verteuerung des Wertpapiers aus. Analog stehen die methodenspezifischen Null-Signale bzw. die Verkäufe der Anwender von praktischen Entscheidungsverfahren in Verbindung mit fallenden erwarteten Kursen.

Laut De Long/Shleifer/Summers/Waldmann (1990), S. 711 führt eine Misperception der erwarteten Preise zu tatsächlichen Kursverzerrungen.⁷⁰ Die vorliegenden Ergebnisse können die Grundlage einer zukünftigen detaillierten Untersuchung der unmittelbaren Beziehung zwischen den Kursen und Misperception und ihrer Implikationen darstellen.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die **Ergebnisse** des vorliegenden Beitrages lassen sich wie folgt **zusammenfassen**:

- Die Informationsasymmetrien, die auf einem Markt mit einem einzigen Preisfestsetzer, vollständig informierten Investoren, unvollständig informierten Anwendern von praktischen Entscheidungsregeln und uninformierten passiven Anlegern entstehen, beeinflussen die periodischen Preise, indem

⁷⁰Dieser Beitrag (S. 705f.) beweist sogar mehr: wenn zwei Investorengruppen auf dem Markt tätig sind (und zwar die uninformierten, kurzfristig orientierten Noise Trader, und die informierten, langfristig agierenden Sophisticated Investor) und wenn die Misperception als normalverteilte Zufallsvariable modelliert wird, bewirkt die Misperception von Noise Trader in Bezug auf die erwarteten Preise die Entstehung eines spezifischen Risikos, für dessen Tragen die Noise Trader vermehrt kompensiert werden. Demzufolge steigen ihre Gewinne mit der Zunahme der Misperception. Diese Schlussfolgerung wird von Easley/O'Hara (2001), S. 17 unterstützt. Sie beweisen, dass die Privatinformation eine Steigerung der erwarteten Rendite, aufgrund eines zusätzlich entstehenden systematischen Risiko, verursacht. Dieses Risiko wird von den uninformierten Investoren getragen, welche nicht die gesamte Information aus den Marktpreisen ermitteln können.

sie eine positive Preisspanne generieren. (Dieses Ergebnis wurde im Satz 1. aus Abschnitt 4.1 bewiesen und durch das Problem der Adversen Selektion im Korollar dieses Satzes erklärt.)

- Die c.p. Intensivierung des methodenspezifischen Handels, entweder aufgrund der genaueren Information oder infolge der erhöhten Anzahl der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, bewirkt eine Zunahme der Adversen Selektion und dadurch die Verschlechterung der Transaktionsbedingungen für alle Händler. (Dieses Resultat wurde im Satz 2 zusammengefaßt und im Abschnitt 4.2. bewiesen.)
- Die Wahrnehmungen der unvollständig informierten Investoren in Bezug auf die Preise können auf zwei Wege ausgedrückt werden: einerseits hinsichtlich der wirtschaftlichen Konjunktur bzw. andererseits hinsichtlich der geeignetsten Handlung. Wie erwartet, sinken die beiden Wahrnehmungsverzerrungen im Vergleich zu den entsprechenden Einschätzungen und Handlungen der vollständig informierten Agenten mit der Genauigkeit der methodenspezifischen Information. Die einzelnen Ausprägungen weisen aber unterschiedliche Verläufe auf (und zwar nicht-lineare im Falle der Einschätzungsmisperception bzw. lineare für die Handlungsmisperception). (Dieses Ergebnis wurde im Satz 5 zusammengefaßt und im Abschnitt 4.3. bewiesen.)

Das Modell verschafft folglich einen Einblick in die Problematik der Marktstruktur, unter Betrachtung des Einflusses der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln auf die Transaktionspreise. Die zahlreichen vereinfachenden Annahmen sichern einerseits die Übersichtlichkeit der Schlussfolgerungen, aber andererseits schränken sie die Komplexität der abgebildeten Abläufe im Vergleich zum realen Marktgeschehen ein. Damit soll die vorliegende Arbeit nur einen Anlass zu weiteren (möglichst auch empirisch bezogenen) Untersuchungen darstellen.

Eine interessante **Modellerweiterung** besteht in der Einbeziehung *variabler Auftragsgrößen*.⁷¹ Wenn die periodisch handelbaren Mengen beliebig groß sein dürfen, kann die Annahme der Existenz vollständig informierter Investoren nicht länger gelten.⁷² Darüber hinaus erlaubt die Einbeziehung variabler Handelsmengen in die Analyse eine Berücksichtigung des Transaktionsvolumens (des Umsatzes).⁷³ Die unbekannten Wahrscheinlichkeiten q_{HUI} und q_{LUI} können dann in Abhängigkeit vom periodischen Handelsvolumen formuliert und dadurch endogenisiert werden. Die variablen Auftragsgrößen heben zudem die Wichtigkeit des beim Market Maker auftretenden Lagerbestandes hervor, dessen Risiken und Kosten sich auf die Preise auswirken können.⁷⁴

⁷¹Glosten/Harris (1988), S. 135 zeigen, dass der Einfluss der Adversen Selektion auf die Preise stärker für große Handelsmengen ist. Ebenso beweisen Easley/O'Hara (1987), S. 74ff. dass, wenn die informierten Investoren eine Auswahlmöglichkeit zwischen Erstellung eines großen bzw. eines kleinen Auftrages haben, kann der Markt sich in zwei Gleichgewichten befinden: ein mit informierten Investoren, die nur große Handelsmengen transaktionieren, und das in dem die informierten Investoren sowohl kleine, als auch große Aufträge erteilen. Die wichtigsten Untersuchungen bezüglich des Einflusses der Auftragsgröße auf die Preise bzw. auf den Zusammenhang zwischen Umsatz und Volatilität werden in Coughenour/Shastri (1999), S. 8ff. zusammengefasst.

⁷²In einem solchen Fall würde eine rasche Informationsaufnahme in den Preisen (schon ab der ersten Handelsperiode) stattfinden.

⁷³In Bezug darauf unterstreichen Blume/Easley/O'Hara (1994) die Rolle des Handelsvolumen für den Lernprozess und dadurch für die Preisanpassung auf die neue Information, während Wang (1994) eine invers proportionale Beziehung zwischen dem Transaktionsvolumen und der Informationsasymmetrie feststellt. Eine Betrachtung des periodischen Umsatzes kann für den Fall mit Technischen Analysten als unvollständig informierten Investoren wichtig sein, da ihre Methode auf einer Kombination der Preis- und Umsatzinformationen basiert.

⁷⁴Dadurch entsteht die sogenannte Inventur-Komponente des Spreads. Coughenour/Shastri (1999), S. 2-5 bieten einen Überblick auf die Beiträge, welche die unterschiedlichen Spread-Komponenten (und zwar aufgrund der asymmetrischen Information, Lagerhaltung bzw. Geschäftsabwicklung) analysieren. Die "Inventory Models" fokussieren auf die Folgen der Lagerhaltung und werden in O'Hara (1995), S. 13-52, Madhavan (2000), S. 213ff. oder Biais/Glosten/Spatt (2002), S. 6f. und 15f. kurz dargestellt. Darüber hinaus wird das Problem der variablen Auftragsgrößen in einem Kontext mit Ad-

Wünschenswert wäre ebenso die Erweiterung der Analyse unter Benutzung *komplexerer Handlungsregeln* (z.B. Gewinnmaximierung).⁷⁵ Den Investoren könnte man zusätzlich das Recht einräumen, nicht nur die üblichen Market Order, sondern auch *Limit Order* zu erstellen.⁷⁶

Eine weitere Forschungsfrage bezieht sich auf die *Markteffizienz*. Einige der klassischen Mikrostruktur-Modelle⁷⁷ zeigen, dass die Transaktionspreise sich als Martingale verhalten (d.h. die zu einem bestimmten Zeitpunkt allen Marktteilnehmern zur Verfügung stehende Information kann keine Auskunft über die zukünftigen Preise liefern). Im Rahmen des vorliegenden Modells liefern analoge Berechnungen das folgende Ergebnis: *Der hier analysierte Markt wird nur unter einer speziellen Bedingung schwach-effizient, und zwar, dass die a-priori Einschätzungen des Market Maker p_{t-1} in jeder Periode auf einem konstanten Niveau gehalten werden.* (Für den entsprechenden Beweis, vgl. Anhang A.)

Obwohl die Erfüllung einer solchen Bedingung im Rahmen dieses Modells aus theoretischer Sicht nicht auszuschließen ist, entspricht sie dem realen Marktgeschehen voraussichtlich nicht.⁷⁸

Außerdem erfordert eine angemessene Beurteilung der Markteffizienz eine dynamische Analyse der Marktverhältnisse und der Preisbildung und stellt dadurch eine interessante Forschungsfrage für zukünftige Untersuchungen dar.⁷⁹

verser Selektion, von den Modellen mit strategischen Händlern berücksichtigt. Vgl. dazu O'Hara (1995), S. 89-151 und Biais/Glosten/Spatt (2002), S. 8-11, 16ff., bzw. 22-26.

⁷⁵Darüber hinaus kann man vermuten, dass die informierten Investoren den Zeitpunkt ihrer Handlungen frei bestimmen dürfen, was eine strategische Entscheidung ihrerseits darstellt. Vgl. dazu Admati/Pfleiderer (1988).

⁷⁶Die Market Order sehen eine Ausführung zum Marktpreis vor, während die Limit Order nur bis zu (im Falle eines Kaufauftrages) oder ab (für einen Verkaufsauftrag) einer vorgegebenen Preisgrenze bearbeitet werden können. Die Limit Order können als Wettbewerbsquelle für die vom Market Maker festgelegten Preise fungieren (vgl. dazu Madhavan (2000), S. 229), da sie oft solange im Auftragsbuch des Market Maker aktiv bleiben, bis sie ausgeführt werden können (oder von ihrem Ersteller annulliert werden). Folglich können sie in einer späteren Handelsrunde mit den "frisch" erstellten Market Order getilgt werden, und zwar zu den für die Limit Order vorgegebenen Preisen und nicht zu den durch den Market Maker festgelegten Kursen. Laut O'Hara (1995), S. 46f. kann die Ausführungswahrscheinlichkeit eines Limit Order die Spread-Breite beeinflussen.

⁷⁷Vgl. dazu Glosten/Milgrom (1985), S. 82f. oder Easley/O'Hara (1987), S. 86f..

⁷⁸In der Realität wird der Market Maker p_{t-1} aufgrund der Anzahl der erhaltenen Aufträge voraussichtlich bestimmen. Vgl. dazu Abschnitt 4.2, Fußnote 59.

⁷⁹Wenn unter den Entscheidungsregeln verschiedene Verfahren der Fundamentalanalyse berücksichtigt werden, die sowohl auf historischen, als auch auf öffentlichen gegenwärtigen Daten basieren, behalten diese Regeln in einem schwach-effizienten Kontext ihre Zweckmäßigkeit als Prognosemethode. Wenn dagegen die Technische Analyse als Methode zur Ableitung unvollständiger Informationen in Betracht gezogen wird, bleibt sie unter den Annahmen des vorliegenden Modells weiterhin zweckmäßig. Das kann dadurch begründet werden, dass die zu einem bestimmten Zeitpunkt gemeinsame Information der Marktteilnehmer hier aus der Sequenz der früheren Handlungen und Preise besteht, und zwar derjenigen des entsprechenden Handelszeitraumes; d.h. die Preise (und Umsätze) früherer Zeiträume werden von den meisten Investoren nicht berücksichtigt, beeinflussen aber durch die Wahrscheinlichkeiten $q_{HUI,t}$ und $q_{LUI,t}$ die Qualität der technischen Information. Im Hinblick auf die realen Marktverhältnisse kann man bemerken, dass die öffentliche Verfügbarkeit bestimmter Informationen nicht unbedingt mit ihrem tatsächlichen Einsatz bei der Auswahl von Handelsstrategien äquivalent ist. Darüber hinaus könnte die spezifische Kombination solcher Informationen einen zusätzlichen Wert für die verschiedenen Entscheidungsregeln schaffen. (Diesbezüglich betonen Treynor/Ferguson (1985), S. 768 die Nützlichkeit der historischen Preise zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass ein Investor, auf einem (schwach-) effizienten Markt, die Privatinformation vor der Gesamtheit aller Marktteilnehmer bekommt. Brown/Jennings (1990), S. 536ff. beweisen, dass die Technische Analyse ihren Wert aus der Benutzung einer Preissequenz anstatt einzelner Preise entnimmt. Die Effizienz des von ihnen analysierten Marktes hängt von der angenommenen Definition ab (S. 541f.). Blume/Easley/O'Hara (1994), S. 171f. zeigen, dass die im Rahmen der Technischen Analyse benutzte Sequenz der Preise und Umsätze informativ ist, was diese Methode als eine natürliche Komponente des Lernprozesses seitens der Investoren etabliert.)

A Anhang - Beweise

Satz 1. - Beweis:

$$\begin{aligned}
X_{Bt} - X_{St} &= (P_{BMMt} - P_{SMMt}) = \\
&= \frac{u_{MMt} \cdot p_{t-1}}{u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})} - \frac{(1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1}}{(1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{MMt}) \cdot (1 - p_{t-1})} = \\
&= \frac{(u_{MMt} - v_{MMt}) \cdot (1 - p_{t-1})}{[u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})] \cdot [(1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{MMt}) \cdot (1 - p_{t-1})]} = \\
&= \frac{[(q_{HUI t} - q_{LUI t} + 1) \cdot p_{UI} + 2p_{VI}] \cdot (1 - p_{t-1})}{2[u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})] \cdot [(1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{MMt}) \cdot (1 - p_{t-1})]}.
\end{aligned}$$

Da aber sowohl $q_{HUI t}$, $q_{LUI t}$, p_{UI} und p_{VI} , als auch u_{MMt} , v_{MMt} und p_{t-1} Wahrscheinlichkeiten darstellen (d.h. sich im Intervall $[0, 1]$ befinden), ergibt sich: $\mathbf{X}_{Bt} \geq \mathbf{X}_{St}$.

Korollar - Beweis:

Wenn auf dem Markt keine informierten Investoren tätig wären, so dass $p_N = 1$ (also $p_{VI} + p_{UI} = 0$), sollten die positiven Anteile $p_{VI} = p_{UI} = 0$ sein. In diesem Fall beziehen sich die Kurse nur auf die Vergangenheitsinformation und sind dementsprechend untereinander gleich: $X_{Bt} = X_{St} = p_{t-1}$. Folglich wird der Spread $S_t = 0$.

Wenn auf dem Markt dagegen sowohl vollständig, als auch unvollständig informierte Investoren agieren (d.h. $p_N = 0$, also $p_{VI} + p_{UI} = 1$), ist der Spread positiv. Solange aber $p_{VI} \neq 0$ bleibt, erreicht die Preisspanne noch nicht ihren maximalen Wert, sondern beträgt:

$$S_t = \frac{[(q_{HUI t} - q_{LUI t} + 1) \cdot p_{UI} + 2p_{VI}] \cdot (1 - p_{t-1})}{2[u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})] \cdot [(1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{MMt}) \cdot (1 - p_{t-1})]} \geq 0.$$

Wenn der Handel ausschließlich von vollständig informierten Investoren getätigt wird, d.h. entweder $[(p_{VI} = 1) \wedge (p_{UI} = 0)]$ oder $[(p_{VI} = 0) \wedge (p_{UI} = 1) \wedge (q_{HUI t} = 1) \wedge (q_{LUI t} = 0)]$, resultiert ein maximaler Kaufpreis $X_{Bt} = 1$ bzw. ein minimaler Verkaufspreis $X_{St} = 0$, so dass der Spread sein Maximum (nämlich 1) erreicht.⁸⁰

Folglich kann man darauf schließen, dass je größer die informationellen Unterschiede zwischen den Investoren und dem Market Maker sind, desto höher wird der Spread.

Satz 2.1. - Beweis:

Die Berechnung der ersten und zweiten partiellen Ableitungen der Kauf- und Verkaufspreise nach der unbekannten Wahrscheinlichkeit $q_{HUI t}$ liefert die folgenden Ergebnisse:

$$\frac{\partial X_{Bt}}{\partial q_{HUI t}} = \frac{\partial P_{BMMt}}{\partial q_{HUI t}} = \frac{p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} \cdot [1 - p_{VI} - p_{UI} \cdot (1 - q_{LUI t})]}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^2}.$$

Da hier $1 - p_{VI} - p_{UI} = p_N > 0$ und alle Variablen Werte im Intervall $[0, 1]$ annehmen, ergibt sich:

$$\frac{\partial X_{Bt}}{\partial q_{HUI t}} \geq 0.$$

Da aber der Nenner des Kaufpreises (und gleichzeitig der Einschätzung P_{BMMt}) positiv ist:

$$q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (2p_{t-1} - 1) \cdot p_{VI} + 1 = 2[u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})] \geq 0,$$

⁸⁰Die letzten zwei Situationen werden durch die Annahme (4), nämlich $p_N > 0$ im vorliegenden Modell ausgeschlossen. Ihre Betrachtung dient hier zur Ermittlung der Kosten der Adversen Selektion.

ist die partielle Ableitung zweiter Ordnung dagegen negativ:

$$\frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial q_{HUIt}^2} = \frac{\partial^2 P_{BMMt}}{\partial q_{HUIt}^2} = \frac{-2p_{t-1}^2 \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI}^2 \cdot [1 - p_{VI} - p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})]}{[q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^3},$$

$$\text{mit } \frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial q_{HUIt}^2} \leq 0.$$

Analog kann man den Ausdruck der partiellen Ableitungen erster und zweiter Ordnung des Verkaufspreises nach q_{HUIt} ermitteln:

$$\frac{\partial X_{St}}{\partial q_{HUIt}} = \frac{\partial P_{SMMt}}{\partial q_{HUIt}} = \frac{-p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} \cdot [(1 - q_{LUIt}) \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1]}{[-q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^2};$$

$$\frac{\partial^2 X_{St}}{\partial q_{HUIt}^2} = \frac{\partial^2 P_{SMMt}}{\partial q_{HUIt}^2} = \frac{-2p_{t-1}^2 \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI}^2 \cdot [(1 - q_{LUIt}) \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1]}{[-q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^3}.$$

Da alle Wahrscheinlichkeiten im Intervall $[0, 1]$ liegen und

$$\begin{aligned} & -q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (2p_{t-1} - 1) \cdot p_{VI} + 1 = \\ & = 2[(1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1} + (1 - v_{MMt}) \cdot (1 - p_{t-1})] \geq 0, \end{aligned}$$

reduzieren sich die obenstehenden Formeln auf Ausdrücke mit negativem Vorzeichen:

$$\frac{\partial X_{St}}{\partial q_{HUIt}} \leq 0, \quad \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial q_{HUIt}^2} \leq 0.$$

Mit der Ausnahme der Situation in der $p_{t-1} \in \{0, 1\}$, erreichen die Preise keine lokalen Extrema.

Anhand der obenstehenden Formeln wird das Vorzeichen der partiellen Ableitungen des Spreads nach der Wahrscheinlichkeit q_{HUIt} ermittelt:

$$\frac{\partial S_t}{\partial q_{HUIt}} = \frac{\partial X_{Bt}}{\partial q_{HUIt}} - \frac{\partial X_{St}}{\partial q_{HUIt}} \geq 0.$$

Für die Berechnung der zweiten Ableitung:

$$\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{HUIt}^2} = \frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial q_{HUIt}^2} - \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial q_{HUIt}^2},$$

werden die folgenden Bezeichnungen eingeführt:

$$a \equiv q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI};$$

$$b \equiv (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1});$$

$$c \equiv (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI};$$

$$\alpha \equiv a - b - c.$$

$$\text{Damit ist: } \frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{HUIt}^2} = \frac{4p_{t-1}^2 \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI}^2}{(1 - \alpha)^3 \cdot (1 + \alpha)^3} \cdot \{\alpha \cdot (3 + \alpha^2) + [p_{VI} + p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})] \cdot (1 + 3\alpha^2)\},$$

$$\text{mit } \alpha = q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI}.$$

Die bei der Ermittlung der partiellen Ableitungen der Kurse schon bewiesenen Beziehungen $1 - \alpha \geq 0$ und $1 + \alpha \geq 0$ führen zu dem folgenden Ergebnis:

- wenn $\alpha \geq 0$, ist $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{HUIt}^2} \geq 0$;
- wenn aber $\alpha < 0$, hat $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{HUIt}^2}$ einen Wendepunkt in: $-\alpha \cdot (3 + \alpha^2) = [p_{VI} + p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})] \cdot (1 + 3\alpha^2)$.
 - Solange $-\alpha \cdot (3 + \alpha^2) \leq [p_{VI} + p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})] \cdot (1 + 3\alpha^2)$, ist $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{HUIt}^2} \geq 0$.
 - Für $-\alpha \cdot (3 + \alpha^2) > [p_{VI} + p_{UI} \cdot (1 - q_{LUIt})] \cdot (1 + 3\alpha^2)$, ist $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{HUIt}^2} \leq 0$.

Mit anderen Worten ist der Spreadverlauf nur dann konkav, wenn α negativ und niedrig ist. Da α direkt proportional mit $q_{HUI t}$ verläuft, wird diese Bedingung nur für genug niedrige Werte der Informationsgenauigkeit $q_{HUI t}$ erfüllt.

Darüber hinaus ist $\alpha = 2[u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})] - 1 = 2P(x_t = B|h_{t-1}) - 1$. Damit lässt sich die obenstehende Bedingung für einen konkaven Verlauf auch folgenderweise interpretieren: α erreicht niedrige negative Werte für kleine Kaufwahrscheinlichkeiten (bzw. große Verkaufswahrscheinlichkeiten) unter Berücksichtigung der vergangenen Information $P(x_t = B|h_{t-1})$.

Damit zeigt die Preisspanne eine variable Variationsgeschwindigkeit, in Abhängigkeit von den Modellparametern. Die Bedingung für eine konvexe Spreadvariation:

$$(\alpha \geq 0) \equiv (q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} \geq 0)$$

wird desto wahrscheinlicher erfüllt, je größer die Wahrscheinlichkeit $q_{LUI t}$ ist, wenn alle anderen Modellvariablen konstant bleiben.

Satz 2.2. - Beweis:

Analoge Berechnungen wie im Satz 2.1. zeigen:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_{Bt}}{\partial q_{LUI t}} &= \frac{\partial P_{BMMt}}{\partial q_{LUI t}} = \frac{(-p_{t-1}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} \cdot (q_{HUI t} \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1)}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^2}; \\ \frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial q_{LUI t}^2} &= \frac{\partial^2 P_{BMMt}}{\partial q_{LUI t}^2} = \frac{2p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})^2 \cdot p_{UI}^2 \cdot (q_{HUI t} \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1)}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^3}. \end{aligned}$$

Da alle Variablen Werte aus $[0, 1]$ annehmen und der Nenner der zweiten partiellen Ableitung positiv ist (wie im Satz 2.1. bewiesen), ergeben sich:

$$\frac{\partial X_{Bt}}{\partial q_{LUI t}} \leq 0 \text{ bzw. } \frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial q_{LUI t}^2} \geq 0.$$

Wenn p_{t-1} keine Extremwerte (0 oder 1) annimmt, gibt es kein Minimum des Kaufpreises in Abhängigkeit von $q_{LUI t}$, weil $q_{HUI t} \cdot p_{UI} + p_{VI} + 1 > 0$ ist.

Für den Verkaufspreis resultiert:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_{St}}{\partial q_{LUI t}} &= \frac{\partial P_{SMMt}}{\partial q_{LUI t}} = \frac{p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} \cdot (1 - q_{HUI t} \cdot p_{UI} - p_{VI})}{[-q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^2}; \\ \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial q_{LUI t}^2} &= \frac{\partial^2 P_{SMMt}}{\partial q_{LUI t}^2} = \frac{2p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})^2 \cdot p_{UI}^2 \cdot (1 - q_{HUI t} \cdot p_{UI} - p_{VI})}{[-q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^3}. \end{aligned}$$

Da alle Wahrscheinlichkeiten sich im Intervall $[0, 1]$ befinden, ist $0 \leq q_{HUI t} \cdot p_{UI} \leq p_{UI}$ und dadurch $(1 - q_{HUI t} \cdot p_{UI} - p_{VI}) \geq (1 - p_{UI} - p_{VI}) = p_N \geq 0$. Damit sind die partiellen Ableitungen erster und zweiter Ordnung positiv:

$$\frac{\partial X_{St}}{\partial q_{LUI t}} \geq 0 \text{ und } \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial q_{LUI t}^2} \geq 0.$$

Da $1 - q_{HUI t} \cdot p_{UI} - p_{VI} = p_N + p_{UI} \cdot (1 - q_{HUI t})$ und laut Annahme (4) $p_N > 0$ ist, weist der Verkaufspreis für $p_{t-1} \neq \{0, 1\}$ keinen Extremwert auf.

In Bezug auf die Spreadvariation in Abhängigkeit von der c.p. Änderung der Wahrscheinlichkeit $q_{LUI t}$ resultiert:

$$\frac{\partial S_t}{\partial q_{LUI t}} = \frac{\partial X_{Bt}}{\partial q_{LUI t}} - \frac{\partial X_{St}}{\partial q_{LUI t}} \leq 0.$$

Für die Berechnung der zweiten Ableitung werden die Bezeichnungen aus Beweis des Satzes 2.1 übernommen. Damit ist:

$$\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{LUIt}^2} = \frac{4p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})^2 \cdot p_{UI}^2}{(1 - \alpha)^3 \cdot (1 + \alpha)^3} \cdot \{-\alpha \cdot (3 + \alpha^2) + (p_{VI} + p_{UI} \cdot q_{HUIt}) \cdot (1 + 3\alpha^2)\},$$

mit $\alpha = q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI}$.

Da $1 - \alpha \geq 0$ und $1 + \alpha \geq 0$ (d.h. $-1 \leq \alpha \leq 1$), resultiert:

- wenn $\alpha \leq 0$, ist $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{LUIt}^2} \geq 0$;
- wenn aber $\alpha > 0$, hat $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{LUIt}^2}$ einen Wendepunkt in: $\alpha \cdot (3 + \alpha^2) = (p_{VI} + p_{UI} \cdot q_{HUIt}) \cdot (1 + 3\alpha^2)$.
 - Solange $\alpha \cdot (3 + \alpha^2) \leq (p_{VI} + p_{UI} \cdot q_{HUIt}) \cdot (1 + 3\alpha^2)$, ist $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{LUIt}^2} \geq 0$.
 - Für $\alpha \cdot (3 + \alpha^2) > (p_{VI} + p_{UI} \cdot q_{HUIt}) \cdot (1 + 3\alpha^2)$, wird dagegen $\frac{\partial^2 S_t}{\partial q_{LUIt}^2} \leq 0$.

Der Spread wird folglich nur dann konkav verlaufen, wenn α positiv und hoch genug ist. Aufgrund der direkten Proportionalität zwischen α und q_{LUIt} (wenn alle anderen Variablen konstant sind) erreicht die Preisspanne den Wendepunkt nur für hohe Werte von q_{LUIt} , welches ein inverses Maß der Informationsqualität darstellt.

Eine andere Interpretation dieses Ergebnisses kann aufgrund der Beziehung $\alpha = 2[u_{MMt} \cdot p_{t-1} + v_{MMt} \cdot (1 - p_{t-1})] - 1 = 2P(x_t = B|h_{t-1}) - 1$ erhalten werden. Der Parameter α erreicht hohe positive Werte für große Kaufwahrscheinlichkeiten (bzw. kleine Verkaufswahrscheinlichkeiten) unter Berücksichtigung der vergangenen Information $P(x_t = B|h_{t-1})$.

Die Preisspanne variiert folglich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, in Abhängigkeit von den Modellparametern. Die Bedingung für einen konvexen Spreadverlauf:

$$(\alpha \leq 0) \equiv (q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} - (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} \geq 0)$$

wird für vorgegebene Werte aller Modellvariablen mit der Ausnahme von q_{LUIt} desto wahrscheinlicher erfüllt, je niedriger die Wahrscheinlichkeit q_{LUIt} ist.

Satz 2.3. - Beweis:

Auch in diesem Fall werden die partiellen Ableitungen erster und zweiter Ordnung der Kurse in Abhängigkeit von p_{UI} ermittelt:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_{Bt}}{\partial p_{UI}} &= \frac{\partial P_{BMMt}}{\partial p_{UI}} = \frac{p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot [q_{HUIt}(1 - p_{VI}) + (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 + p_{VI})]}{[q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (2p_{t-1} - 1) \cdot p_{VI} + 1]^2}; \\ \frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial p_{UI}^2} &= \frac{\partial^2 P_{BMMt}}{\partial p_{UI}^2} = \frac{\partial X_{Bt}}{\partial p_{UI}} \cdot \frac{-2 \cdot [-p_{t-1} \cdot (1 + q_{HUIt} - q_{LUIt}) - (1 - q_{LUIt})]}{[q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (2p_{t-1} - 1) \cdot p_{VI} + 1]}. \end{aligned}$$

Da alle Wahrscheinlichkeiten sich im Intervall $[0, 1]$ befinden und der Nenner der zweiten partiellen Ableitung laut dem Beweis des Satzes 2.1 positiv ist, ergeben sich: $\frac{\partial X_{Bt}}{\partial p_{UI}} \geq 0$ und $\frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial p_{UI}^2} \geq 0$.

Analog wird:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_{St}}{\partial p_{UI}} &= \frac{\partial P_{SMMt}}{\partial p_{UI}} = \frac{p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot [-q_{HUIt} \cdot (1 + p_{VI}) - (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{VI})]}{[-q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]^2}; \\ \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial p_{UI}^2} &= \frac{\partial^2 P_{SMMt}}{\partial p_{UI}^2} = \frac{\partial X_{St}}{\partial p_{UI}} \cdot \frac{-2 \cdot [p_{t-1} \cdot (1 - q_{HUIt} + q_{LUIt}) + (1 - q_{LUIt})]}{[-q_{HUIt} \cdot p_{t-1} \cdot p_{UI} + (1 - q_{LUIt}) \cdot (1 - p_{t-1}) \cdot p_{UI} + (1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1]}. \end{aligned}$$

Da alle Wahrscheinlichkeiten Werte im Intervall $[0, 1]$ annehmen können und der Nenner der zweiten partiellen Ableitung, gemäß Satz 2.1. positiv ist, sind:

$$\frac{\partial X_{St}}{\partial p_{UI}} \leq 0 \text{ und } \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial p_{UI}^2} \leq 0.$$

Darüber hinaus kennen die zwei Kurse keine Extremwerte, solange $p_{t-1} \neq \{0, 1\}$.

Die Spreadvariation lässt sich aufgrund der partiellen Ableitungen der Ask- und Bid-Preise einfach bestimmen:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_t}{\partial p_{UI}} &= \frac{\partial X_{Bt}}{\partial p_{UI}} - \frac{\partial X_{St}}{\partial p_{UI}} \geq 0; \\ \frac{\partial^2 S_t}{\partial p_{UI}^2} &= \frac{\partial^2 X_{Bt}}{\partial p_{UI}^2} - \frac{\partial^2 X_{St}}{\partial p_{UI}^2} \geq 0. \end{aligned}$$

Satz 3. - Beweis:

Sowohl für $q_{HUI t} = 0$ und $q_{LUI t} = 1$, als auch für $p_{UI} = 0$ ergeben sich die gleichen Kauf- und Verkaufspreise:

$$\begin{aligned} X_{Bt} &= \frac{p_{t-1} \cdot (p_{VI} + 1)}{(2p_{t-1} - 1) \cdot p_{VI} + 1}; \\ X_{St} &= \frac{p_{t-1} \cdot (-p_{VI} + 1)}{(1 - 2p_{t-1}) \cdot p_{VI} + 1}. \end{aligned}$$

Satz 4. - Beweis:

Für $p_{t-1} = 0$ werden: $X_{Bt} = X_{St} = V_L = 0$, während für $p_{t-1} = 1$ gilt: $X_{Bt} = X_{St} = V_H = 1$.

Satz 5.1. - Beweis:

$$\begin{aligned} \text{Da } \frac{\partial \rho_{UI t}^{V_H}}{\partial q_{HUI t}} &= \frac{-q_{LUI t} \cdot p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} + q_{LUI t} \cdot (1 - p_{t-1})]^2} \text{ beträgt, ist: } \frac{\partial \rho_{UI t}^{V_H}}{\partial q_{HUI t}} \leq 0; \\ \text{außerdem ist: } \frac{\partial^2 \rho_{UI t}^{V_H}}{\partial q_{HUI t}^2} &= \frac{2q_{LUI t} \cdot p_{t-1}^2 \cdot (1 - p_{t-1})}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} + q_{LUI t} \cdot (1 - p_{t-1})]^3} \geq 0. \end{aligned}$$

Analog sind:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_{UI t}^{V_L}}{\partial q_{HUI t}} &= \frac{-(1 - q_{LUI t}) \cdot p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})}{[(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1})]^2} \leq 0 \text{ und} \\ \frac{\partial^2 \rho_{UI t}^{V_L}}{\partial q_{HUI t}^2} &= \frac{-2(1 - q_{LUI t}) \cdot p_{t-1}^2 \cdot (1 - p_{t-1})}{[(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1})]^3} \leq 0. \end{aligned}$$

Außer den Extremfällen mit $p_{t-1} \in \{0, 1\}$, erreichen die zwei Misperception keine Minima oder Maxima. Die Variation der zweiten Misperception-Ausprägung (und zwar bezüglich der geeignetsten Handlung) lässt sich aus der Definitionsformeln unmittelbar ablesen.

Satz 5.2. - Beweis:

$$\frac{\partial \rho_{UI t}^{V_H}}{\partial q_{LUI t}} = \frac{q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} + q_{LUI t} \cdot (1 - p_{t-1})]^2} \geq 0, \text{ bzw.}$$

$$\frac{\partial^2 \rho_{UI t}^{V_H}}{\partial q_{LUI t}^2} = \frac{-2q_{HUI t} \cdot p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})^2}{[q_{HUI t} \cdot p_{t-1} + q_{LUI t} \cdot (1 - p_{t-1})]^3} \leq 0.$$

Analog sind:

$$\frac{\partial \rho_{UI t}^{V_L}}{\partial q_{LUI t}} = \frac{(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})}{[(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1})]^2} \geq 0, \text{ bzw.}$$

$$\frac{\partial^2 \rho_{UI t}^{V_L}}{\partial q_{LUI t}^2} = \frac{2(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} \cdot (1 - p_{t-1})^2}{[(1 - q_{HUI t}) \cdot p_{t-1} + (1 - q_{LUI t}) \cdot (1 - p_{t-1})]^3} \geq 0.$$

Aufgrund der Definition kann man die positive lineare Abhängigkeit der Misperception beim Verkauf $\rho_{UI t}^S$ von der c.p. Variation der Wahrscheinlichkeit $q_{LUI t}$ unmittelbar feststellen.

Abschnitt 5 - Beweis:

Laut dem Gesetz iterierter Erwartungen ergibt sich in t die folgende Schätzung für die Preise in $t + 1$:

$$\mathbf{E}[\mathbf{X}_{t+1} | \mathbf{h}_t] = E[E[V_{t+1} | h_{t+1}] | h_t] = E[V_{t+1} | h_t] = V_H \cdot P(V_{t+1} = V_H | h_t) + V_L \cdot P(V_{t+1} = V_L | h_t) = \mathbf{p}_t.$$

Der gegenwärtige Preis beträgt dagegen: $X_t = E[V_t | h_t] = P(V_t = V_H | h_t)$.

Da aber die Käufe und Verkäufe gemäß Annahme (9) (vgl. Fußnote 41) als unabhängig betrachtet werden können, und der Market Maker zur Festlegung der Periodenpreise nur die historische gemeinsame Information und die gegenwärtigen Handlungen der Investoren in Betracht zieht, resultiert:

$$\begin{aligned} P(V_t = V_H | h_t) &= P(V_t = V_H | x_t = B \vee S, h_{t-1}) = \frac{P(V_t = V_H, x_t = B \vee S | h_{t-1})}{P(x_t = B \vee S | h_{t-1})} = \\ &= \frac{P(V_t = V_H, x_t = B | h_{t-1}) + P(V_t = V_H, x_t = S | h_{t-1})}{P(x_t = B | h_{t-1}) + P(x_t = S | h_{t-1})} = \\ &= \frac{P(V_t = V_H | x_t = B, h_{t-1}) \cdot P(x_t = B | h_{t-1}) + P(V_t = V_H | x_t = S, h_{t-1}) \cdot P(x_t = S | h_{t-1})}{1} = \\ &= u_{MMt} \cdot p_{t-1} + (1 - u_{MMt}) \cdot p_{t-1} = p_{t-1}, \text{ also } \mathbf{X}_t = \mathbf{p}_{t-1}. \end{aligned}$$

Folglich werden die *Preise Martingale* (d.h. $E[X_{t+1} | h_t] = X_t$), nur wenn $p_t = p_{t-1} = \dots = p_0$, d.h. *wenn p_{t-1} konstant ist*.

Da aber, gemäß Annahme (10) ($p_{t-1} = P(V_t = V_H | h_{t-1})$) beruhen die periodischen Preise in der oben abgeleiteten Form ($X_t = p_{t-1}$) ausschließlich auf der historischen Information, so dass der Markt höchstens schwach-effizient (und nicht semi-stark effizient, wie in anderen Beiträgen) sein kann.

B Anhang - Graphiken

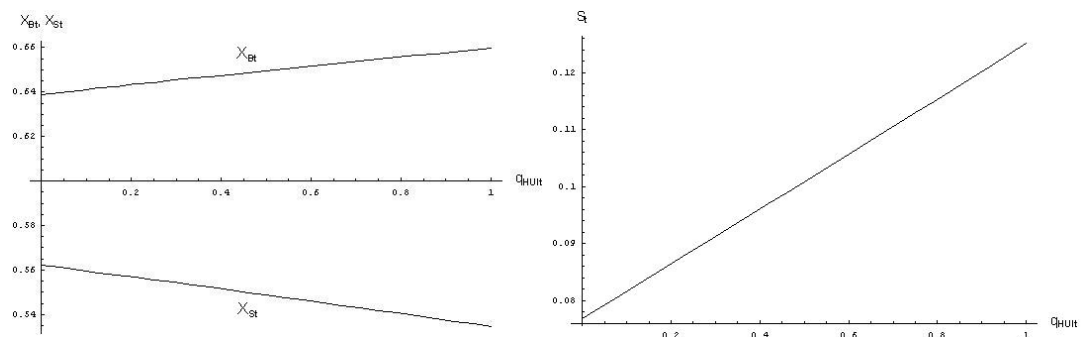


Abbildung 1: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln in einer guten wirtschaftlichen Lage, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{LUIt} = 0.4$ und $p_{UI} = 0.1$

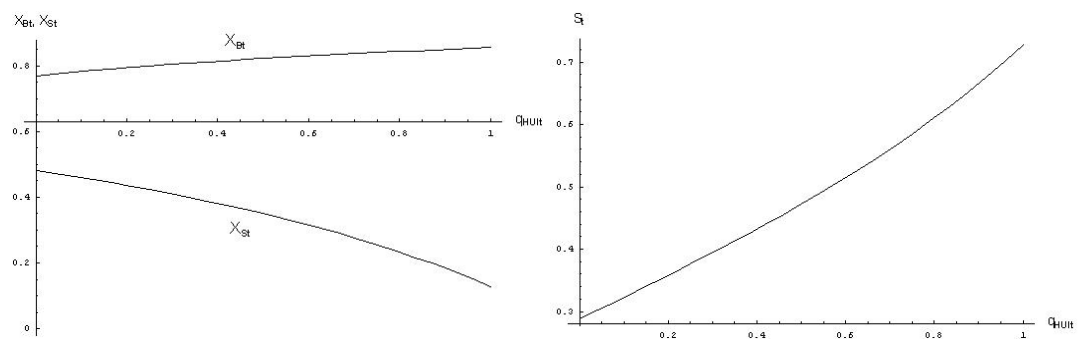


Abbildung 2: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln in einer guten wirtschaftlichen Lage, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{LUIt} = 0.4$ und $p_{UI} = 0.8$

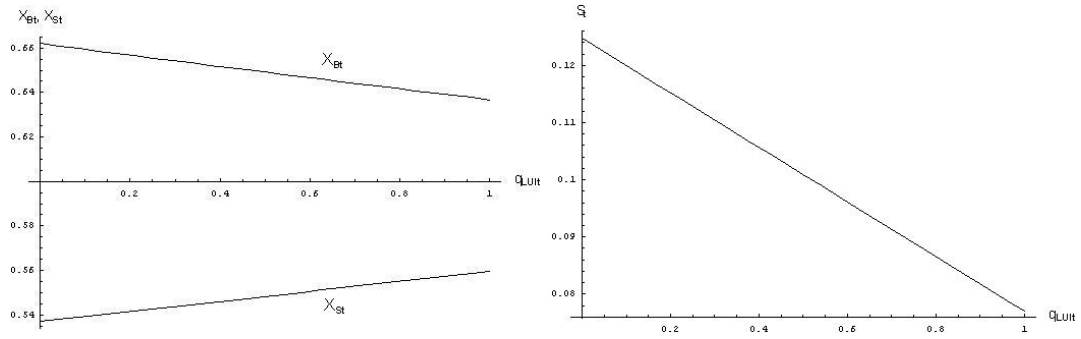


Abbildung 3: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln in einer schlechten wirtschaftlichen Lage, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{HUIt} = 0.6$ und $p_{UI} = 0.1$

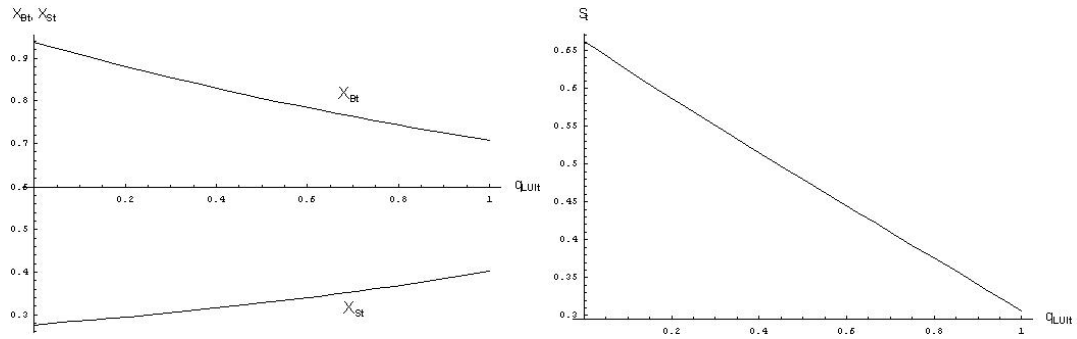


Abbildung 4: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln in einer schlechten wirtschaftlichen Lage, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{HUIt} = 0.6$ und $p_{UI} = 0.8$

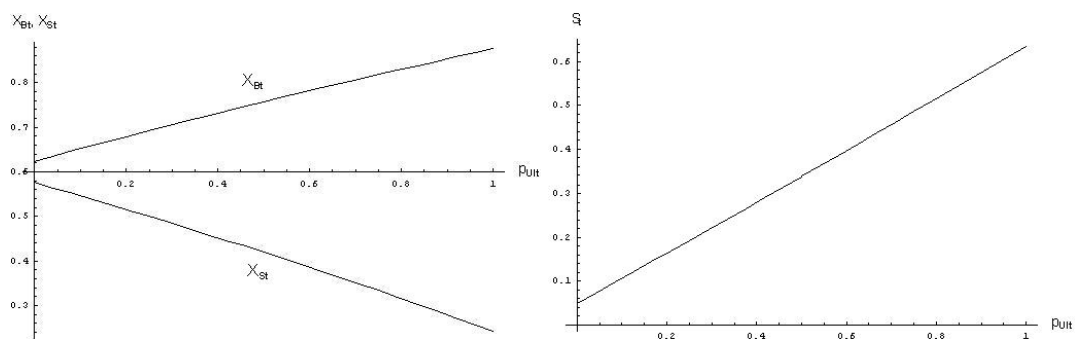


Abbildung 5: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von dem Anteil der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{HUIt} = 0.6$ und $q_{LUIt} = 0.4$

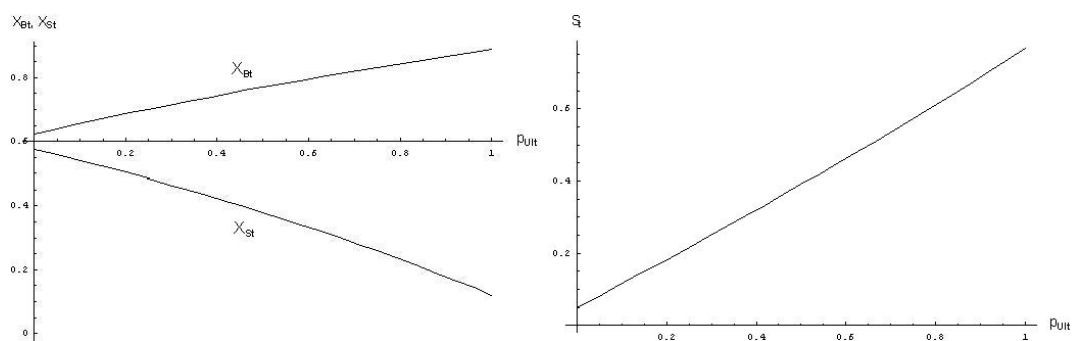


Abbildung 6: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von dem Anteil der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$, $q_{HUIt} = 0.8$ und $q_{LUIt} = 0.4$

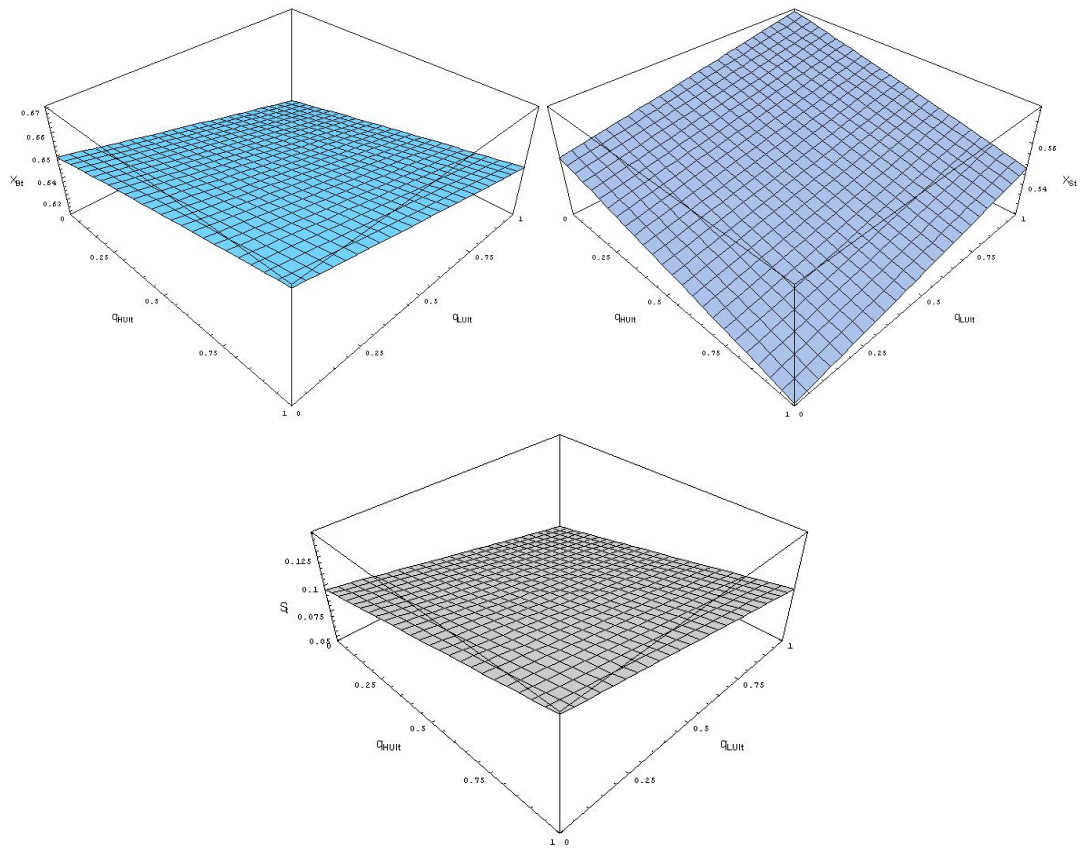


Abbildung 7: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$ und $p_{UI} = 0.1$

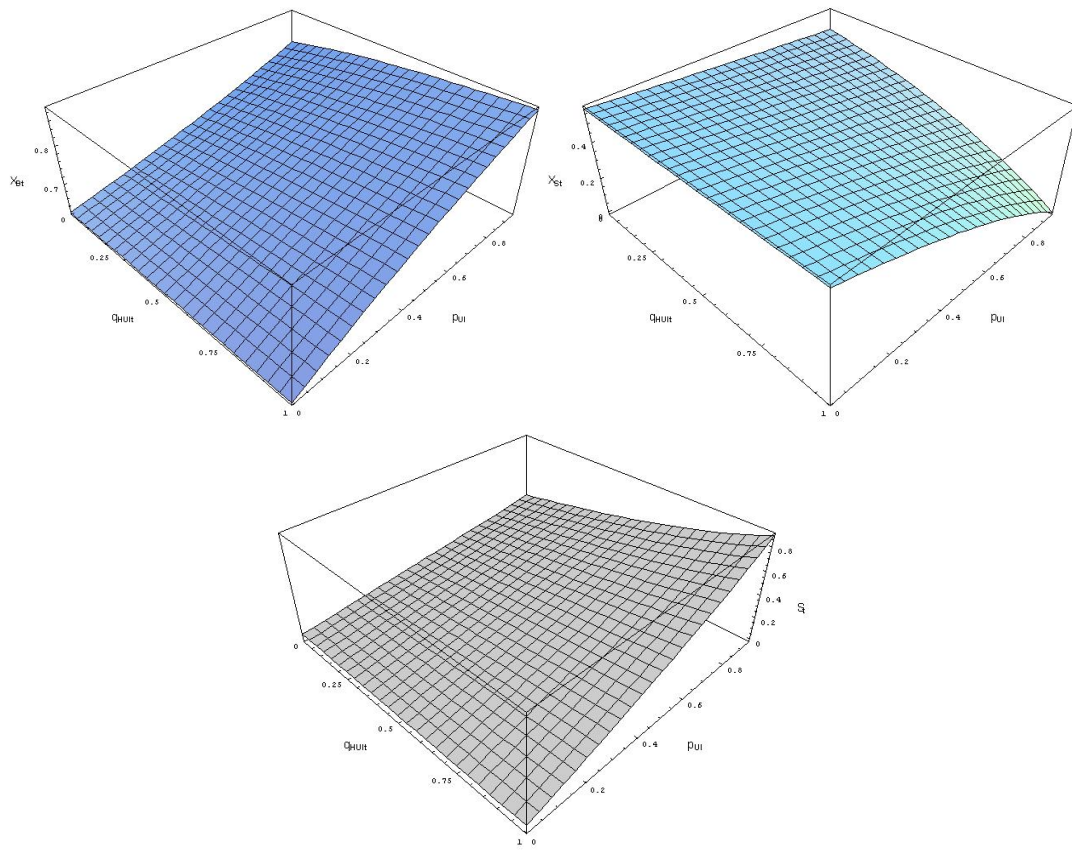


Abbildung 8: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne in Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit in einer guten wirtschaftlichen Lage und dem Anteil der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$ und $q_{LUI,t} = 0.4$

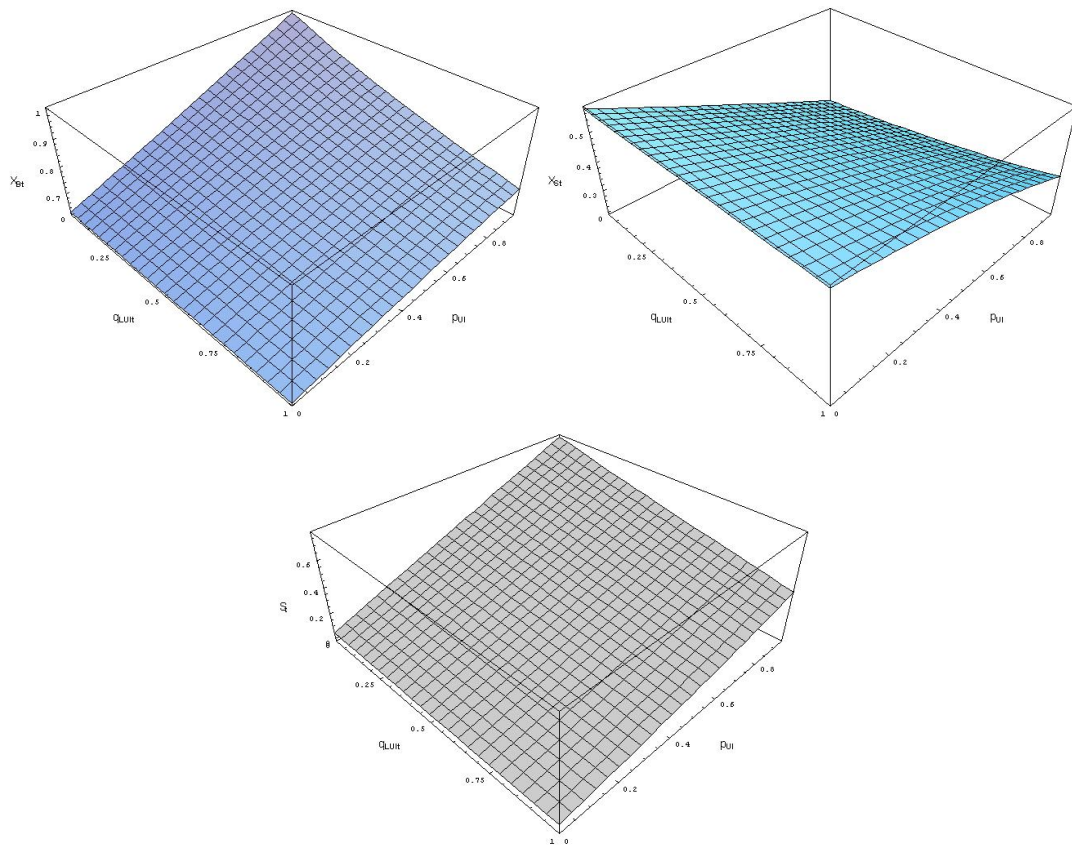


Abbildung 9: Die Kauf- und Verkaufskurse bzw. die Preisspanne Abhängigkeit von der Informationsgenauigkeit in einer schlechten wirtschaftlichen Lage und dem Anteil der Anwender von praktischen Entscheidungsregeln, wenn: $p_{t-1} = 0.6$, $p_{VI} = 0.05$ und $q_{HUIt} = 0.6$

Literatur

- [1] **Admati**, Anat R./**Pfleiderer**, Paul (1988): A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability, *Review of Financial Studies*, Vol. 1, S. 3-40.
- [2] **Akerlof**, George A. (1970): The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84 (3), S. 488-500.
- [3] **Allen**, Franklin/**Karjalainen**, Risto (1999): Using Genetical Algorithms to Find Technical Trading Rules, *Journal of Financial Economics*, Vol. 51, S. 245-271.
- [4] **Back**, Kerry/**Baruch**, Shmuel (2004): Information in Securities Markets: Kyle Meets Glosten and Milgrom, *Econometrica*, Vol. 72(2), S. 433-465.
- [5] **Biais**, Bruno/**Glosten**, Lawrence R./**Spatt**, Chester S. (2002): The Microstructure of Stock Markets, *Centre de Recherche en Gestion, Toulouse*, Cahier de recherche, Nr. 2003-153, Toulouse.
- [6] **Blume**, Lawrence/**Easley**, David/**O’Hara**, Maureen (1994): Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume, *Journal of Finance*, Vol. 59 (1), S. 153-181.
- [7] **Brock**, William A./**Lakonishok**, Josef/**Le Baron**, Blake (1992): Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns, *Journal of Finance*, Vol. 47 (5), S. 1731-1746.
- [8] **Brown**, David P./**Jennings**, Robert H. (1989): On Technical Analysis, *Review of Financial Studies*, Vol. 2, S. 527-551.
- [9] **Copeland**, Thomas E./**Galai**, Dan (1983): Information Effects on the Bid-Ask Spread, *Journal of Finance*, Vol. 38 (5), S. 1457-1469.
- [10] **Coughenour**, Jay/**Shastri**, Kuldeep (1999): Symposium of Market Microstructure: A Review of Empirical Research, *Financial Review*, Vol. 34, S. 1-28.
- [11] **De Long**, Bradford J./**Shleifer**, Andrei/**Summers**, Lawrence H./**Waldmann**, Robert J. (1990): Noise Trader Risk in Financial Markets, *Journal of Political Economy*, Vol. 98 (4), S. 703-737.
- [12] **Demsetz**, Harold (1968): The Cost of Transacting, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 82, S. 33-53.
- [13] **Easley**, David/**O’Hara**, Maureen (1987): Price, Trade Size, and Information in Securities Markets, *Journal of Financial Economics*, Vol. 19, S. 69-90.
- [14] **Easley**, David/**O’Hara**, Maureen (2001): Information and the Cost of Capital, *Cornell University*, Arbeitspapier, Ithaca.
- [15] **Easley**, David/**Hvidkjaer**, Soeren/**O’Hara**, Maureen (2002): Is Information Risk a Determinant of Asset Returns?, *Journal of Finance*, Vol. 57 (5), S. 2185-2221.
- [16] **Easley**, David/**Kiefer**, Nicholas M./**O’Hara**, Maureen (1997): One day in the Life of a Very Common Stock, *Review of Financial Studies*, Vol. 10 (3), S. 805-835.
- [17] **Easley**, David/**Kiefer**, Nicholas M./**O’Hara**, Maureen/**Paperman**, Joseph B. (1996): Liquidity, Information, and Infrequently Traded Stocks, *Journal of Finance*, Vol. 51 (4), S. 1405-1436.

- [18] **Freihube**, Thorsten/**Kehr**, Carl-Heinrich/**Krahnen**, Jan P./**Theissen**, Erik (1998): Was leisten die Kursmakler? Eine empirische Untersuchung am Beispiel der Frankfurter Wertpapierbörse, *Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main*, Arbeitspapier Nr. 26, Frankfurt am Main.
- [19] **Garleanu**, Nicolae/**Pedersen**, Lasse Heje (2002): Adverse Selection and Re-Trade, Arbeitspapier, <http://finance.wharton.upenn.edu/~garleanu/GaPe.pdf>, 20.02.2004.
- [20] **Garmaise**, Mark J./**Moskowitz**, Tobias J. (1999): Adverse Selection and Re-Trade, *The Center for Research in Security Prices, University of Chicago*, Arbeitspapier Nr. 507, Chicago.
- [21] **Glosten**, Lawrence R./**Harris**, Lawrence E. (1988): Estimating the Components of the Bid/Ask Spread, *Journal of Financial Economics*, Vol. 21, S. 123-142.
- [22] **Glosten**, Lawrence R./**Milgrom**, Paul R. (1985): Bid, Ask and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogenously Informed Trader, *Journal of Financial Economics*, Vol. 14, S. 71-100.
- [23] **Grammig**, Joachim/**Schiereck**, Dirk/**Theissen**, Erik (2000): Informationsbasierter Aktienhandel über IBIS, *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Vol. 52, S. 619-642.
- [24] **Hanousek**, Jan/**Podpiera**, Richard (2003): Informed Trading and the Bid-ask Spread: Evidence from an Emerging Market, *Journal of Comparative Economics*, Vol. 31 (2), S. 275-296.
- [25] **Kyle**, Albert S. (1985): Continous Auction and Insider Trading, *Econometrica*, Vol. 53 (6), S. 1315-1335.
- [26] **Lo**, Andrew W./**Mamaysky**, Harry/**Wang**, Jiang (2000): Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implemantation, *Journal of Finance*, Vol. 55 (4), S. 1705-1765.
- [27] **Madhavan**, Ananth (2000): Market Microstructure: A survey, *Journal of Financial Markets*, Vol. 3, S. 205-258.
- [28] **Murphy**, John J. (2000): *Technische Analyse der Finanzmärkte - Grundlagen, Methoden, Strategien, Anwendungen*, Finanz Buch Verlag, München.
- [29] **Neely**, Christopher/**Weller**, Paul/**Dittmar**, Rob (1997): Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable? A Gennetic Programming Approach, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 32 (4), S. 405-426.
- [30] **O'Hara**, Maureen (1995): *Market Microstructure Theory*, Blackwell Business, Massachusetts/Oxford.
- [31] **Rebitzky**, Rafael (2004): Sonderfrage: Die Bedeutung der Wechselkursanalyse, *ZEW Finanzmarktreport*, Jg. 13, Februar, S. 3.
- [32] **Taylor**, Mark P./**Allen**, Helen (1992): The Use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market, *Journal of International Money and Finance*, Vol. 11, S. 304-314.
- [33] **Treynor**, Jack L./**Ferguson**, Robert (1985): In Defense of Technical Analysis, *Journal of Finance*, Vol. 40 (3), S. 757-775.

- [34] **Van Ness**, Bonnie F./**Van Ness**, Robert A./**Warr**, Richard S. (2001): Determinants of Adverse Selection on the NYSE and Nasdaq: A Paired Comparison, *University of Kansas*, Arbeitspapier, Kansas.
- [35] **Wang**, Jiang (1994): A Model of Competitive Stock Trading Volume, *Journal of Political Economy*, Vol. 102 (1), S. 127-168.
- [36] **www.amex.com**, 20.02.2004.
- [37] **boerse.ard.de/lexikon.jsp**, 20.02.2004.
- [38] **www.bourse-de-paris.fr**: Euronext Rules - Book I, 12.12.2003.
- [39] **www.londonstockexchange.com**: Issue 1 - Interim Rule Update Package - effective 12 January 2004, 20.02.2004.
- [40] **www.nasdaq.com**, 20.02.2004.
- [41] **www.nyse.com**: Market Structure Report of the New York Stock Exchange, Special Committee on Market Structure, Governance and Ownership, 23.03.2000.

ISSN: 1438-2733